



**UNIVERSIDAD TECVIRTUAL
ESCUELA DE GRADUADOS EN EDUCACIÓN**

**Aprendizaje en contexto de las matemáticas a nivel de secundaria desde
la astronomía topocéntrica y sistemas meteorológicos apoyados en
Recursos Educativos Abiertos (REA)**

Tesis para obtener el grado de:

Maestría en Educación con Acentuación en Enseñanza de las Ciencias

presenta:

Edwin David Tamayo Martínez

Asesor tutor:

Mtra. Adriana del Carmen Cantú Quintanilla

Asesor titular:

Dr. Leopoldo Zúñiga Silva

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a mi familia, que ha puesto toda la confianza en mis capacidades y ha sabido acompañar, con su afecto, con sus palabras de aliento y con sus silencios, este proceso formativo. A mis hermanas porque me han ayudado a reconocirme. A mi madre porque, sin saber cómo, comprendió el sentido de la libertad, algunas veces a costa de la suya. A mi padre por la honestidad, compañía y nobleza que logró contagiarme.

La posibilidad de trabajar en el Colegio Colombo Francés y participar en el Club de Astronomía del Parque Explora de Medellín, *AstroMAE*, me ha permitido apropiarme de la astronomía y la meteorología como posibilidad didáctica y como fundamento teórico esencial para el desarrollo de mi práctica docente en matemáticas. Quiero agradecer especialmente a Miguel Monsalve y a Virginia Castaño, por su acompañamiento desinteresado, su amor por el conocimiento y la docencia y por el constante apoyo en este proceso. A mis colegas del Colombo, les agradezco su apertura, su paciencia y su capacidad crítica, que me ha permitido encaminarme hacia la inquietud del sí.

Agradezco a los estudiantes del grado décimo del Colombo, por su participación.

Agradezco a los profesores de la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey porque, desde el primer semestre hasta el último, orientaron la construcción de este trabajo.

Agradezco a mi compañera y amiga y a mis amigos porque me han ayudado a soportar algunos pasos en falso, han sabido mantener el amor y la amistad a pesar de la inevitable distancia que se debió a este proceso formativo.

Aprendizaje en contexto de las matemáticas a nivel de secundaria desde la astronomía topocéntrica y sistemas meteorológicos apoyados en Recursos Educativos Abiertos (REA)

Resumen

Se ha establecido que frente al aprendizaje de las matemáticas existen significativos índices de desmotivación y fracaso, según diversas investigaciones y experiencias cotidianas de docentes. La pregunta “¿y esto para qué sirve?”, remite a la importancia de una reconceptualización de la educación matemática. La presente tesis, fundamentada teóricamente en la noción de aprendizaje en contexto, expone los resultados de una experiencia investigativa implementada con jóvenes del décimo grado de una institución de carácter privado y que procuró indagar sobre las incidencias de la astronomía y de los sistemas meteorológicos con apoyo en REA sobre este tipo de aprendizaje en las matemáticas, en la motivación y en el planteamiento de problemas. Para ello se tomó como paradigma de investigación el cualitativo, con fundamento en el método de la Investigación Acción Educativa, dada la intención de transformar la experiencia docente en el área dentro de la institución. Participaron 32 estudiantes de ambos sexos, siete de ellos fueron seleccionados para responder a entrevistas, cuyos resultados fueron contrastados con observaciones de campo y revisión de bitácoras. Para el análisis de datos se partió de categorías e indicadores que permitieron organizar y establecer relaciones entre unidades de información, buscando su sentido y significado a la luz de las preguntas de investigación. Los resultados arrojaron que los talleres requieren por parte de los estudiantes autonomía y responsabilidad, por parte del docente una gestión de grupo organizada y partir del reconocimiento de las posibles dificultades cognitivas para el tratamiento de información, que puedan contrarrestar las situaciones de dispersión debidas al carácter constructivo de las actividades; se encontró también que la astronomía y los REA presentan diversas potencialidades para la enseñanza de la matemática en contexto: por un lado está el carácter problemático de esta disciplina científica, que deriva diversas preguntas y situaciones que permiten orientar la construcción colectiva de conocimiento, el desarrollo de los saberes con sentido para la vida y tratar desde un carácter concreto temas muy abstractos, lo que se traduce en un aprendizaje por comprensión; por otro lado, los REA presentan ventajas en la posibilidad para la modelación, la representación y la motivación de las matemáticas.

Índice

Agradecimientos	i
Resumen	ii
Capítulo 1. Planteamiento del problema	1
1.1. Antecedentes del problema.....	2
1.1.1. Dificultades y retos en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas	2
1.1.2. El impacto de las nuevas tecnologías de la información en el aula de matemáticas	7
1.2. Planteamiento del problema	8
1.3. Objetivos de la investigación.....	10
1.4. Supuestos de investigación	11
1.5. Justificación de la investigación	12
1.6. Delimitación del estudio.....	15
1.7. Síntesis del capítulo 1	16
Capítulo 2. Marco teórico	17
2.1. La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación media superior	18
2.1.1. Causas de las dificultades y retos actuales en relación a la enseñanza y al aprendizaje de las matemáticas	18
2.1.2. Reflexiones sobre la relevancia de las nuevas tecnologías de la información para el aula de matemáticas	23
2.2. Aprendizaje de las matemáticas en contexto, aprendizaje situado y resolución de problemas	27
2.3. Investigaciones relacionadas con el tema, potencialidades de la astronomía en el aula	35
2.3.1. Aprendizaje de la astronomía en el marco de las matemáticas	35
2.3.1.1. Aproximaciones teóricas que proponen actividades centradas en la determinación de medidas astronómicas	37
2.3.1.2. Literatura sobre la construcción y uso de instrumentos para uso astronómico	41
2.3.1.3. Aproximaciones con reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía y de las matemáticas	43
2.3.1.4. Literatura sobre actividades de clase centradas en la astronomía y las matemáticas	44
2.4. REA para la astronomía y las matemáticas	46
2.5. Síntesis del capítulo 2	48

Capítulo 3. Metodología	50
3.1. Método de investigación	50
3.2. Participantes en el estudio	55
3.3 Instrumentos de recolección de datos	56
3.4 Aplicación de instrumentos	59
3.5 Estrategia para el análisis de datos	61
3.6. Síntesis del capítulo 3.....	63
Capítulo 4. Análisis de resultados	64
4.1. Presentación de datos obtenidos	66
4.1.1. Datos referidos al aprendizaje en contexto de las matemáticas	66
4.1.1.1. Motivación e interés por los talleres implementados	67
4.1.1.2. Estilos de aprendizaje y potencialidades de estudiantes	72
4.1.1.3. Resultados en los procesos de aprendizaje	75
4.1.1.4. Importancia de la intencionalidad	78
4.1.2. Aportes de la astronomía para el aprendizaje en contexto	79
4.1.2.1. Relevancia de la astronomía para el aprendizaje de las matemáticas	79
4.1.2.2. Comparaciones entre talleres y aula tradicional	82
4.1.3. Datos referidos a los REA frente al aprendizaje	84
4.1.3.1. Influencia positiva de los REA en la motivación	85
4.1.3.2. REA frente a la poca motivación	86
4.1.3.3. REA para el aprendizaje en contexto	87
4.2. Resultados: análisis e interpretación de datos	88
4.3. Síntesis del capítulo 4.....	95
Capítulo 5. Conclusiones, discusión y recomendaciones	97
5.1. Síntesis del capítulo 5	103
Referencias	104
Apéndices	109
Apéndice A. Checklist de observación no participante y Participante	109
Apéndice B. Estructura del diario de campo	111
Apéndice C. Formato de entrevista a estudiantes (individual y colectiva)	112
Apéndice D. Tabla de triple entrada	113
Apéndice E. Planeación de talleres	118
Apéndice F. Guías de trabajo	121
Apéndice G. Talleres y guías de trabajo para otras actividades	

con estudiantes	130
Apéndice H. Consentimiento informado de estudiantes	
Participantes	136
Apéndice I. Evidencias fotográficas	140
Apéndice J. Certificado de socialización del proyecto en encuentro de docentes.	142
Apéndice K. Transcripción de entrevistas realizadas	143
Apéndice L. Ejemplos de diarios de campo de observadores no participantes y de docente orientador	161
Currículum Vitae	173

Capítulo 1. Planteamiento del problema

Es un hecho, bien establecido en la literatura sobre la educación matemática, que existe una marcada desmotivación y un significativo fracaso en el aprendizaje de las matemáticas. Estas dificultades se han convertido en antecedentes de investigaciones que procuran buscar alternativas para enfrentar los retos que se derivan. La presente investigación responde a los mismos intereses y busca indagar las implicaciones de usar la astronomía y la meteorología para la enseñanza de la matemática cuando hay fundamento en los Recursos Educativos Abiertos asociados al tema. En este capítulo se explicarán los aspectos que sustentan las razones por las cuales se aborda la problemática que se expone. En la primera sección se tratarán los antecedentes del problema, consistentes en la presentación de evidencia asociada con la desmotivación y el fracaso en matemáticas, además de experiencias diversas que se han llevado a cabo en la institución educativa en donde se aplicará la investigación. La segunda sección presentará el problema, que responde al contexto explicado en los antecedentes, estableciendo una relación directa con dicha institución. Las dos secciones siguientes exponen, respectivamente, los objetivos y los supuestos que orientan la investigación. La justificación será tratada en la sección cinco, y se fundamenta especialmente en las características curriculares de la institución participante. La última sección presentará las limitaciones de la investigación, que estarán asociadas al carácter no generalizable de la investigación, a las posibles ausencias de los participantes y a condicionantes administrativos, ambientales y temporales.

1.1. Antecedentes del problema

1.1.1. Dificultades y retos en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas. En el campo de la investigación sobre la educación matemática se ha establecido con precisión el importante fracaso que la enseñanza de esta área ha representado en lo motivacional y en el alcance de logros, objetivos o metas que las instituciones educativas o los estándares de los ministerios de educación proponen. Un ejemplo reciente puede encontrarse en González, Núñez, Álvarez, González, González y Roces (2003), quienes generalizan la problemática a las escuelas y colegios en las sociedades occidentales, resaltando el hecho de que los estudiantes y la población en general presentan dificultades en la comprensión y el uso de las matemáticas, presentando altos índices de fracaso especialmente en la educación primaria y secundaria. Esta preocupación, agregan los autores, se intensifica dada la importancia que esta área tiene para un número cada vez mayor de actividades y conocimientos de las sociedades modernas.

Resultados similares evidencian Guzmán (1993), Santos (1997) y Gil y Guzmán (2001), quienes reconocen una evidente desmotivación hacia la asignatura, cuando no se logra mantener el interés que en las primeras edades muestran los chicos y chicas, ahogando con abstracciones inmotivadas e inoportunas el desarrollo matemático; el resultado es que esta materia se constituye en “un dolor de cabeza”, lejos de lo que cualquier estudiante podría relacionar con el disfrute.

Específicamente, la relación entre la motivación, el nivel de abstracción y el lenguaje exageradamente abstracto de las matemáticas, ha provocado en el contexto educativo situaciones que se constituyen en antecedente de intervenciones didácticas necesarias. Hace muchos años Kline (1976) estableció la necesidad de cuestionar de manera directa la

enseñanza moderna que se imparte en las instituciones educativas, particularmente por su inutilidad, su nivel de formalización y abstracción y porque su enseñanza ha derivado en el fracaso de los objetivos propuestos por los esquemas curriculares y los planes de estudio.

Como resultado de todo ello, una pregunta inevitable y común en el aula de matemáticas, cuando los y las estudiantes enfrentan aproximaciones para ellos y ellas demasiado abstractas, es: “¿...y esto para qué sirve?”. Paenza (2005), como resultado de sus experiencias docentes y de su amplio trabajo en la popularización de las matemáticas, reporta el odio generalizado (en la escuela y en la sociedad) que existe hacia las matemáticas, agregando además que como matemático se encuentra comúnmente con preguntas que, como él afirma, resultan ser obvias: ¿para qué sirve?, ¿cómo se usa? Sus reflexiones se resumen en el hecho que las matemáticas se asocian con los momentos tristes de la escuela y por tanto con las experiencias escolares de frustración y fracaso.

El Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE), presentado por Bronzina, Chemello y Agrasar (2009) y realizado en América Latina y el Caribe, con el objetivo de establecer los niveles de aprendizaje de estudiantes de los diversos contextos y de las diferentes áreas escolares, reporta resultados contundentes respecto del fracaso en el alcance de logros en matemáticas. Según Torrecilla (2009), el SERCE ha arrojado gran cantidad de información frente al desempeño en matemática y lectura de los estudiantes de tercero y sexto de primaria; información útil para entender cómo funcionan las escuelas y los sistemas educativos y para tomar decisiones informadas para mejorar la calidad y la equidad de la educación.

Aunque este estudio se realizó con estudiantes de tercero y sexto grado escolar, es factible asociar los resultados con el fracaso de estudiantes en grados superiores, en tanto los fundamentos para el abordaje del área se establecen en la educación primaria y

secundaria, más especialmente en lo referido a la motivación para grados posteriores: la ausencia de éxito parece inhibir la motivación en experiencias futuras frente al área. Sólo el 11% de los y las estudiantes participantes pudieron responder de manera correcta a las preguntas de las pruebas de matemáticas y eso es evidencia de “un significativo déficit de calidad de la educación en este campo que se está ofreciendo a los estudiantes de primaria de América Latina y el Caribe” (Bronzina, Chemello y Agrasar, 2009, p. 11).

En el Colegio Colombo Francés, institución educativa de la cual se seleccionaron los participantes para la implementación de la estrategia a evaluar, se ha atendido a preguntas, a referentes y a antecedentes similares frente a la enseñanza de las matemáticas.

Por el carácter del modelo pedagógico institucional que, como se ampliará más adelante, está orientado hacia formas alternativas de relación con el saber y con la formación del ser, el Colegio Colombo Francés ha procurado establecer una relación concreta con los conceptos matemáticos. Las actividades para lograrlo se han relacionado de manera directa o indirecta con los ejes institucionales (equidad de género, interculturalidad y bilingüismo; desarrollo sostenible y hábitat y sistema meteorológico).

Dentro de los ejemplos de experiencias significativas en el colegio que han procurado hacer concreto el saber matemático, se encuentran las actividades que derivan de los proyectos escolares de investigación (por el carácter investigativo del currículo institucional), pues buscan relacionar las intervenciones didácticas con el abordaje de preguntas que los y las estudiantes se hacen; las matemáticas buscan integrarse a las investigaciones de aula que surgen de estas preguntas, buscando generar sentido al saber abordado, en el marco de las necesidades de los proyectos.

Otro ejemplo lo constituye el uso del origami para el tratamiento de diversos contenidos de la asignatura, principalmente con estudiantes de los grados comprendidos

entre cuarto y noveno y ocasionalmente con estudiantes de grados mayores. El plegado de papel ha permitido enriquecer el abordaje de conceptos matemáticos y procesos de pensamiento, asociados principalmente con geometría, con posibilidades de ampliarse al tratamiento de otros diversos temas como fracciones o sistemas de medida.

Además, dentro de las experiencias más significativas se encuentra el aprovechamiento didáctico de las estaciones meteorológicas, que han buscado atender a la relación entre el saber y el ser con la naturaleza. Una primera estación puesta en marcha en el colegio ha utilizado herramientas e instrumentos para la toma de datos de la temperatura, la presión atmosférica, la cantidad de lluvia, los movimientos del viento, etc. Esta estación, por su carácter manual, ha sido llamada artesanal, en contraste a una segunda estación electrónica y digital, implementada más recientemente y que permite comparar los datos obtenidos con los instrumentos menos tecnificados.

La toma y el análisis de datos sobre el clima, la observación del ambiente y del espacio, de las montañas y de las nubes, medidas del crecimiento de la quebrada o los movimientos provocados por el viento, son algunos ejemplos de experiencias que se han relacionado con matemáticas, abordando a profundidad temas que de otra manera parecían inútilmente abstractos, es decir, sin una relación directa con la realidad que chicos y chicas viven cotidianamente o sin una relación con sus preguntas inmediatas sobre el mundo y la naturaleza.

En complemento a esta experiencia, se han implementado diversos talleres en el aula (o bien con algunos estudiantes interesados) en los que se explora la astronomía como eje para el abordaje de las matemáticas o de las ciencias. Como resultado, el colegio cuenta actualmente con un observatorio astronómico en el que se han realizado, por ejemplo, observaciones diurnas del movimiento del Sol, medidas de la inclinación de la eclíptica,

determinación de latitudes y de puntos cardinales, uso de la rosa de los vientos, entre otras experiencias. Esto ha permitido el tratamiento de conceptos de trigonometría, geometría y aritmética.

Otro aporte significativo de estas implementaciones didácticas institucionales, se ha relacionado con la trans-disciplinariedad, buscando encuentros complejos entre las matemáticas con otras áreas curriculares. Las estaciones meteorológicas han permitido el abordaje de instrumentos de medida (tales como higrómetro, pluviómetro, termómetro de máxima y mínima, barómetro, manómetro, anemómetro) así como el estudio de su funcionamiento, que remite necesariamente a conceptos matemáticos, pero también físicos y biológicos. Otros conceptos o temáticas claves han permitido también establecer algunas relaciones: temperatura en relación con la proporcionalidad, el uso de fracciones, unidades de medida y su relación con las conversiones; la importancia del clima, en relación con la toma de datos y el análisis estadístico; las coordenadas terrestres y celestes y su tratamiento trigonométrico o geométrico, especialmente en relación con la geometría esférica y medidas de ángulos.

En relación con todo lo anterior, una experiencia que resultó antecedente básico para esta tesis, fue la participación de algunos docentes del colegio en el club de astronomía AstroMAE del Parque Explora, en la ciudad de Medellín. AstroMAE pertenece a la red de Maestros Amigos de Explora (para ampliar información visitar http://www.parqueexplora.org/parqueexplora/26821_presentacion.html) y se constituye en una experiencia de un valor incalculable en el contexto colombiano. Tiene como propósito formar docentes de diversas instituciones de la ciudad en astronomía básica y que las reflexiones y productos puedan convertirse en aplicaciones didácticas en los diversos contextos educativos de los participantes. En el marco de esta propuesta formativa, se

encontró un valor importante en la astronomía antigua, consistente en observaciones diurnas y nocturnas, con instrumentos artesanales (no tecnificados), entre muchas otras posibilidades para la medida de la inclinación del Sol (que implica el uso del concepto de tangente, la proporcionalidad, la trigonometría y el tratamiento de ángulos), la determinación de la latitud terrestre (con el tratamiento de ángulos y principios de geometría esférica), construcción de relojes y calendarios (que amplía la aplicación de la trigonometría y la geometría), la determinación de coordenadas celestes y terrestres, el movimiento de los planetas y de las estrellas y de orbitas planetarias (temas que pueden ser relacionados con vectores, matrices y fundamentos de cálculo).

1.1.2. El impacto de las nuevas tecnologías de la información en el aula de matemáticas. El auge de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (en adelante TIC), sobre el cual se profundizará en el marco teórico, constituyó también un antecedente de la presente investigación. Como resultado de este auge, en las aulas es evidente el continuado uso que se hace de los dispositivos móviles, lo que se relaciona directamente con la necesidad de pensar posibilidades didácticas para su utilización. Por otro lado, es evidente la necesidad que los y las estudiantes de la institución tienen frente al aprendizaje de la gestión eficiente de la información. En términos de Salinas (citado por Ramírez, 2012, p. 20):

La flexibilidad en el trabajo académico constituye una de las demandas en la sociedad del conocimiento, donde las instituciones de educación deben dinamizar sus procesos y desarrollar vías de integración de las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de formación, cambios en la concepción de los alumnos-usuarios, así como cambios de rol en los profesores y administrativos en relación con los sistemas de comunicación y con el diseño y la distribución de la enseñanza.

Los Recursos Educativos Abiertos (en adelante REA) evidencian potencialidades y nuevos retos en la institución y sobre los cuales los planes de estudio en el área no han sido indiferentes. En el marco del uso de dichos recursos se han implementado algunas experiencias de aula diversas en la institución, una de las cuáles fue objeto de investigación por parte del autor de la presente tesis, y cuyos resultados están en proceso de publicación. Dicha investigación fue de carácter cualitativo y tuvo como propósito la evaluación del *Geogebra* (un programa para el estudio de la geometría) para determinar implicaciones didácticas y relaciones con el aprendizaje significativo, como fundamento teórico. Dicha experiencia se implementó con estudiantes de los grados 10 y 11 de la institución y se convirtió en antecedente para la pregunta que aquí se plantea, en tanto derivó resultados relevantes para la enseñanza de las matemáticas partiendo de dichos recursos:

- Dificultades en su aplicación, relacionadas con la posible monotonía a la que se puede llegar con la implementación de un REA, el carácter de la atención presentada por parte del docente a sus estudiantes y el carácter demasiado amplio de las guías de trabajo.
- Fortalezas en su aplicación, relacionadas con las posibilidades que estos recursos presentan para la generación de conflictos cognitivos, facilidades para el manejo del programa, mejores niveles de precisión y de eficiencia en las representaciones y análisis, las potencialidades para la interacción entre estudiantes y entre docente y estudiantes.

1.2. Planteamiento del problema

El Colegio Colombo Francés es una institución educativa de carácter privado, ubicada en el Municipio de la Estrella, en el departamento de Antioquia, Colombia. La institución defiende un modelo pedagógico humanista que procura el desarrollo de la

autonomía, la defensa de la biodiversidad y de las diferencias de género; propone como pilares el bilingüismo, la relación respetuosa con la naturaleza y con el medio ambiente en general y la participación activa de sus estudiantes para su aprendizaje; sustenta sus reflexiones pedagógicas en perspectivas teóricas constructivistas y sus insumos didácticos en la metodología fundada en proyectos escolares de investigación; todo con sustento en la pedagogía activa. En relación con estos presupuestos, el currículo escolar se fundamenta en los siguientes aspectos, denominados ejes curriculares transversales, es decir, que procuran afectar todas las áreas y las acciones pedagógicas institucionales: desarrollo sostenible (en relación con el respeto a la naturaleza); equidad de género, interculturalidad y plurilingüismo y hábitat y sistema meteorológico. Este último eje se convirtió, como se ha planteado en los antecedentes, en fundamento de la presente investigación.

Entre los antecedentes presentados en la sección anterior y las características del Colegio Colombo Francés, se establecieron algunas relaciones que pueden resumirse de la siguiente manera: existe un fracaso en lo motivacional y en el alcance de logros en matemáticas, fracaso que es igualmente evidente en esta institución; es necesario implementar, sistematizar, analizar y evaluar estrategias didácticas que permitan al estudiantado entender la relación del saber matemático con su realidad inmediata y que permitan nuevas perspectivas curriculares; en el Colombo se implementan y se han implementado algunas estrategias orientadas a este propósito, especialmente aquellas relacionadas con las estaciones meteorológicas, la astronomía y la relación con el hábitat y cuyos resultados presentan una riqueza didáctica que es necesario explorar en el aula; existe un impacto de las TIC que afecta necesariamente a la institución, pues ésta se encuentra en un contexto mediado por la nueva sociedad del conocimiento y de la información; por último, en el Colombo se han implementado algunas experiencias con el uso de REA que

derivan retos importantes y posibles rutas de reflexión frente a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Todos estos referentes permitieron establecer la relación entre dos constructos, que se convirtieron en la esencia del problema planteado en esta investigación: en primer lugar, el aprendizaje en contexto de las matemáticas en relación con la motivación y el planteamiento de problemas y, en segundo lugar, los aportes de la astronomía topocéntrica y de los sistemas meteorológicos apoyados en REA para dicho aprendizaje. Con fundamento en esta relación, surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué incidencias sobre el aprendizaje en contexto de las matemáticas, la motivación y el planteamiento de problemas tiene la implementación de actividades didácticas de astronomía topocéntrica y meteorología apoyadas en REA en el caso de estudiantes del grado décimo del Colegio Colombo Francés? Algunas preguntas subordinadas a ésta fueron: ¿qué referentes conceptuales y procedimentales de las matemáticas de secundaria sustentan el estudio astronómico y meteorológico? y ¿cómo estos referentes pueden orientar intervenciones de aula y el establecimiento de clubes de astronomía escolares?

1.3. Objetivos de la investigación

El propósito de esta investigación estuvo orientado a establecer una relación entre el aprendizaje en contexto de las matemáticas, la motivación y el planteamiento de problemas y las potencialidades que representan elementos de la astronomía topocéntrica y de los sistemas meteorológicos cuando éstos se apoyan en REA. También se pretendió enmarcar estos resultados en la implementación de prácticas novedosas para la enseñanza de las matemáticas en el Colegio Colombo Francés. Dichos propósitos se expresaron en los siguientes objetivos:

Determinar las implicaciones que se derivan del tratamiento de algunos elementos de astronomía topocéntrica y de sistemas meteorológicos apoyados en REA para el aprendizaje en contexto de las matemáticas, la motivación y el planteamiento de problemas en el caso de estudiantes del grado décimo del Colegio Colombo Francés.

Dicho objetivo respondió a los siguientes de carácter específico:

- Evaluar algunos elementos de astronomía, de meteorología y de REA relacionados con las matemáticas, según sus impactos en el aprendizaje en contexto, la motivación y el planteamiento de problemas en esta área.
- Diferenciar ventajas y desventajas que dichos elementos tienen para el aprendizaje en contexto de las matemáticas.
- Establecer referentes conceptuales y procedimentales pertinentes para la implementación de prácticas educativas novedosas en el Colombo Francés.

1.4. Supuestos de investigación

Dado que la astronomía permitió y orientó el avance de muchas ramas de las matemáticas a través de la historia de este saber cultural, en esta investigación se partió del supuesto que en el aula, al implementar problemas astronómicos históricos y otros que surjan de la interacción con las situaciones de un observatorio astronómico o de talleres pensados para el análisis topocéntrico, se favorecerá la motivación y el aprendizaje en contexto de las matemáticas en los estudiantes participantes. Así mismo, talleres y experiencias relacionadas con los sistemas meteorológicos también facilitarán el aprendizaje de esta área. Las características de estas disciplinas permitirán poner en

contexto muchos de los saberes matemáticos tratados en las aulas, por las posibilidades que presenta para el planteamiento de problemas y para despertar la curiosidad y el interés.

Un segundo supuesto sugirió el uso de la astronomía y de la meteorología apoyadas en REA en el aula, puede derivar implicaciones didácticas de relevancia que lleven a nutrir las reflexiones sobre nuevas concepciones de la enseñanza de las matemáticas, que vayan más allá de la mera transmisión de conocimientos y que estén centradas en el planteamiento y resolución de problemas y en el desarrollo de habilidades de pensamiento necesarias para la vida.

1.5. Justificación de la investigación

En el Colegio Colombo Francés las experiencias formativas en astronomía y aquellas derivadas de la estación meteorológica se enmarcan en el eje curricular institucional Habitat y Sistema Meteorológico. Dicho eje tiene el propósito de establecer una relación entre el saber y el ser con la naturaleza, disponiendo para los estudiantes situaciones didácticas para la reflexión de su condición en el hábitat, tomando como fundamento las estaciones meteorológicas, la observación y la interacción respetuosa con la naturaleza y el medio ambiente. Estas experiencias formativas han venido enriqueciendo las prácticas educativas del Colombo desde hace más de 6 años. Durante este tiempo se ha contado con datos meteorológicos (tomados diariamente), que están exigiendo, dada su riqueza didáctica, ser incorporados de manera más amplia y directa en las actividades de aula, en lo posible, en todos los grados (en la actualidad se realiza una integración real sólo en algunos grados de primaria y secundaria). Esta investigación establece un marco de reflexión que permite soportar, alentar y ampliar a otros niveles escolares estas integraciones, no sólo desde la

matemática, que resulta ser parte del constructo central de la problemática aquí planteada, sino también desde las demás áreas que constituyen el currículo institucional.

Los antecedentes que se enmarcaron en el eje Hábitat y Sistema Meteorológico permitieron establecer como reto didáctico la indagación de las posibles estrategias para la enseñanza de las matemáticas partiendo de la observación astronómica y del registro y análisis de datos obtenidos por las estaciones meteorológicas, pues, como se ha ejemplificado, los datos que de allí se derivan presentan un importante potencial para el abordaje de los múltiples aspectos del área: aritmética y análisis, por ejemplo en el abordaje de operaciones básicas y sistemas variacionales; estrategias de representación y procesos de comunicación, como manejo de tablas, dibujos, funciones o gráficos, también como posibilidad para el desarrollo del pensamiento aleatorio y espacial; esencialmente, hacer más concretos los procesos matemáticos. Se pretendió buscar entender el lugar que se ocupa en la Tierra y en el universo, de manera concreta y desarrollando el pensamiento matemático, por medio de preguntas y problemas relacionados.

Una de las dificultades que encuentran los docentes ante integraciones de este tipo, pueden corresponder al desconocimiento de las posibilidades que, por ejemplo, la astronomía tiene para la integración del saber con la vida y con la naturaleza. Determinar las implicaciones de abordajes didácticos como estos, derivar preguntas, reflexiones, limitaciones y proyecciones, podrían enriquecer los planes de estudio y apoyar futuras intervenciones de aula, tanto aquellas implementadas por docentes del Colegio Colombo Francés como de otras instituciones, que estén interesadas en establecer perspectivas y rutas posibles para currículos que se propongan activos y novedosos.

Las experiencias que institucionalmente se han realizado en astronomía y en sistemas meteorológicos son, en resumen, un marco de reflexión didáctica. Esta investigación

pretendió enriquecer ese marco desde la sistematización crítica y la investigación, además de constituirse en un aporte a la intención del Colombo Francés de buscar alternativas diversas al tratamiento de los saberes escolares, lo que en algunos espacios institucionales o informales se había venido denominando descolonización del currículo, aunque no se ha realizado una sistematización o publicación que pueda referenciarse. Dicha discusión ha significado desestructurar un currículo rígido y lineal, descentrar el saber del contenido y reubicar el centro en los procesos de pensamiento, el planteamiento y la resolución de preguntas y problemas relacionados con lo local y el espacio natural cercano. Todo esto atendió a lo que Ramírez (2011a) denomina trascendencia: “En la medida en que el formador seleccione determinados modelos para lograr aprendizajes específicos que rebasen la adquisición de conocimientos conceptuales, los modelos de enseñanza del formador van a trascender” (p. 3).

Por otro lado, si bien se han realizado experiencias diversas en muchos contextos para usar la astronomía en relación con las matemáticas, como se verá en el marco teórico, muy pocas investigaciones han orientado una reflexión sobre el uso de REA para profundizar los logros de este tipo de trabajos didácticos. Existen programas diseñados específicamente para astronomía, de carácter abierto, intuitivos y ricos en datos, sobre los cuales se abre un universo de posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje. Esta investigación buscó establecer un referente que estimule la profundización sobre el uso de estos programas y de otros REA para el aprendizaje de las matemáticas, como una posibilidad de situar el aula en el contexto cercano a los y las estudiantes. Muchos de estos recursos, pensados con objetivos muy específicos (por ejemplo, de manera exclusiva para el aprendizaje de las matemáticas), podrían representar potencialidades para el abordaje de la astronomía,

haciendo eficiente la obtención de resultados que de otra manera podrían requerir tediosos procesos; esta investigación buscó contribuir al reconocimiento de dichas potencialidades.

1.6. Delimitación del estudio

Como se explicará en la metodología, esta investigación no procuró obtener resultados que sean generalizables a múltiples contextos, pues se reconoce la complejidad de las instituciones educativas, de las realidades del aula y éstas en contraste con las propias realidades del Colegio Colombo Francés. El enfoque investigativo y el carácter de los métodos, actividades y talleres no permitieron, además, una generalización válida y confiable en otros contextos. Este proyecto partió del estudio de los efectos sobre una población participante pequeña, el grado décimo, aspecto que sugirió considerar con cuidado la reproducción de las situaciones, de manera estricta, en otras realidades académicas, es decir, según marcos institucionales específicos y de aula (clases ordinarias) diferentes al contexto del Colombo Francés.

El propósito consistió más bien, como se ha indicado anteriormente, en establecer posibilidades de reflexión, que permitan a los docentes (tanto de matemáticas como de otras áreas y tanto del Colombo Francés como de otras instituciones) contar con algunas herramientas de análisis, algunos presupuestos prácticos y algunos resultados que les pudieran ser útiles, como referentes, para sus propias investigaciones y para el alcance de sus objetivos de enseñanza.

Respondiendo a múltiples y complejas situaciones institucionales de tipo administrativo, académico o a otras condiciones personales del grupo de participantes, resultaron algunas ocasionales ausencias de los y las estudiantes, que pudieron afectar la continuidad en algunos casos y lo que requirió estrategias decisivas, que no obstante no

pudieron garantizar asistencia plena, por las múltiples variables que intervinieron (por ejemplo, calendario escolar, salidas pedagógicas, preparación de eventos institucionales, etc.).

Finalmente, fue importante considerar el carácter de algunas de las temáticas asociadas con astronomía. Éstas son generalmente muy amplias y complejas y requieren en su mayoría mucho tiempo de trabajo para obtener resultados apreciables y niveles de comprensión aceptables. Por tal razón, el abordaje de dichas temáticas llevan un número significativo de talleres para los cuales fue necesario distribuir adecuadamente el tiempo real con que se contaba. Esto implicó proponer planeaciones de los talleres que evitaran ser demasiado ambiciosas pero que permitieron explorar la problemática planteada en esta investigación.

1.7. Síntesis del capítulo 1

En este capítulo se presentaron los antecedentes relacionados con la evidencia de la desmotivación y el fracaso en matemáticas, además de experiencias diversas que se han llevado a cabo en la institución educativa en donde se aplicará la investigación. Se presentó también el problema, que responde al contexto explicado en los antecedentes, estableciendo una relación directa con dicha institución. Se expusieron, respectivamente, los objetivos y los supuestos que orientan la investigación, así como la justificación, que se fundamentó especialmente en las características curriculares de la institución participante, y por último las limitaciones de la investigación. Este capítulo, por tanto, fue fundamental en tanto permitió establecer un marco general de la investigación, perfilar los referentes teóricos y clarificar los presupuestos que sustentan la metodología de trabajo, que serán los temas centrales de los capítulos siguientes.

Capítulo 2. Marco teórico

Si bien es importante identificar las dificultades que conllevan la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, resulta una discusión imprescindible el análisis de sus causas, cuando se quieren orientar procesos de cambio en las instituciones educativas. Este análisis permite además establecer claridad frente a la necesidad y relevancia que tiene para el desarrollo de esta área, y según se propone en este proyecto, la implementación de estrategias didácticas relacionadas con la astronomía y la meteorología, con soporte en los REA, en tanto se esclarecen también los retos asociados a la enseñanza de las matemáticas y se establece fundamento teórico para la intervención didáctica. Es por esta razón que en este capítulo se presentará un marco general de las principales causas asociadas a las dificultades para el aprendizaje de las matemáticas, objeto de la primera sección, en donde se presentan también algunas reflexiones sobre la relevancia que tienen las nuevas tecnologías de la información para enfrentar los retos asociados a la desmotivación y al fracaso frente al área, aclarando el concepto de REA y como éstos impactan la educación. La segunda sección aborda el aprendizaje en contexto que se constituye en el modelo que sustenta las intervenciones didácticas para esta investigación. La tercera sección presenta las investigaciones relacionadas con el tema y analiza las potencialidades que, según algunos autores, la astronomía tiene para el aula. Una cuarta y última sección presenta de manera general una reflexión sobre los REA para astronomía y matemáticas y proyecciones posibles para su uso en la investigación.

2.1. La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación media superior

2.1.1. Causas de las dificultades y retos actuales en relación a la enseñanza y al aprendizaje de las matemáticas. Para establecer algunos referentes que permitirán transitar del reconocimiento de las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (citadas en los antecedentes de esta investigación) a la comprensión de las mismas, fue necesario ahondar en las posibles causas, que permitieran clarificar los retos y las rutas posibles, algunas de las cuáles podrían asumirse desde los propósitos de esta investigación, como se ha dejado indicado en líneas anteriores.

González, Núñez, Álvarez, González, González y Roces (2003) mencionan estudios en los que se sugiere que los y las estudiantes con dificultades para el aprendizaje de las matemáticas presentan características cognitivas que pueden considerarse normales, es decir, que sus procesos se ven afectados por los mismos errores y que presentan capacidades de respuesta muy similares a estudiantes sobre los que se dice que no tienen dificultades. Estos autores analizan también algunos estudios que sugieren que el desarrollo de habilidades atípicas en estudiantes con dificultades y el desarrollo de estrategias diferentes a los chicos y chicas con buenos desempeños, son también algunas causas asociadas. Otros estudios, agregan los autores, sustentan que el rendimiento diferenciado se debe a situaciones y condiciones de incapacidad para comprender, representar los problemas y realizar operaciones pertinentes, lejos de tratarse exclusivamente de una dificultad en su ejecución: se presentan dificultades para deducir información relevante o para comprender un problema, en procesos de organización de la información y en el desarrollo de estrategias. “Estos déficits conllevan dificultades para adquirir y aplicar conceptos matemáticos, para razonar y resolver problemas y bajas expectativas de éxito, lo

que genera un bajo rendimiento en esta materia” (p. 351) y las causas de ello se asocian con el carácter de la instrucción, que resulta inadecuada o deficiente.

Estos autores sustentan, según algunos resultados de su investigación, que:

“(a) la orientación a una meta de aprendizaje y adquisición de competencia incide indirectamente sobre el rendimiento académico a través de su efecto sobre la confianza que genera en uno mismo, y (b) que el rendimiento del estudiante se encuentra principalmente explicado por su competencia percibida (...), lo cual nos indica que aquel alumno que disponga de una buena confianza en sus posibilidades de éxito finalmente logrará buenos resultados, y viceversa” (González, Núñez, Álvarez, González, González y Roces, 2003, p. 355).

Otras causas de la desmotivación y del fracaso en el área, según los resultados encontrados por estos autores, son la existencia de una actitud negativa por parte de los y las estudiantes hacia las matemáticas, la poca utilidad que ellos y ellas ven de las temáticas, la poca motivación para aprender, que genera más desmotivación y más bajo rendimiento.

Estas causas coinciden con las que Guzmán (1993), Santos (1997) y Gil y Guzmán (2001) sugieren, pues además de reconocer la desmotivación que las matemáticas y las ciencias experimentales producen en los y las estudiantes, argumentan que ésta se debe a la falta de relación que ambas áreas han manifestado con su realidad cotidiana, la relación con el docente generalmente vertical y poco participativa, la importancia que se da a la nota y el lenguaje exageradamente ajeno a los jóvenes.

Guzmán (1993), por ejemplo, afirma que es claro que los fracasos matemáticos de los y las estudiantes se deben a lo que él denomina un posicionamiento inicial afectivo totalmente destructivo de sus propias potencialidades, resultado muchas veces de la manera en que los docentes tratan los temas o abordan el área.

Respecto del lenguaje demasiado ajeno a los jóvenes, es cierto que, como hace muchos años estableció Kline (1976), existe una relación directa con el alto nivel de abstracción y de formalismo exagerado, que se enmarca en la propuesta de la enseñanza de

las matemáticas modernas. Este autor sugiere que los nuevos planes, resultado de diversas reformas, consistían en la enseñanza de las matemáticas inventadas después de 1700, denominada matemática moderna, ignorando el hecho que las matemáticas son acumulativas y los saberes previos permiten la estructuración y fundamento de saberes más actuales. Con estas reformas se brindó una nueva interpretación de las matemáticas tradicionales y contenidos nuevos que debían ser enseñados.

Las nuevas interpretaciones, afirma Kline (1976), sugerían que la matemática es correcta, pero olvidaban que el hecho de serlo no implicaba que motivaría a los y las estudiantes; supusieron que la matemática debía ser enseñada de manera lógica o axiomática y así los estudiantes aprenderían, que las demostraciones deberían mostrarse completas y con el rigor necesario, pero olvidaron que un estudiante no entiende fácilmente este tratamiento lógico o que le tomaría mucho tiempo lograr una comprensión suficiente y que el rigor resulta artificial y poco significativo; supusieron que el lenguaje ambiguo generaba obstáculos para el aprendizaje, que se requería el aprendizaje exacto de los símbolos, pero olvidaron el importante papel que juega y ha jugado la experiencia para los hallazgos matemáticos; olvidaron que los números irracionales, por ejemplo, tomaron mucho tiempo para ser aceptados como números, o que los números complejos no tienen sentido real, razón por la cual construcciones como estas requirieron históricamente mucho tiempo; no consideraron que cualquier persona debe pasar por procesos similares a los que se vivieron en la historia para llegar a los productos y conocimientos actuales.

En palabras de Klein (1976) “el estudio de la lógica formal es una de las influencias más desvitalizadoras en la enseñanza de las matemáticas en la enseñanza secundaria” (p. 60), pero, como argumenta más adelante, no sólo este aspecto del área ha afectado la vitalidad de la enseñanza y resulta ser un elemento sin aplicaciones o utilidades evidentes

en los niveles elementales; también lo son, por ejemplo, los sistemas de numeración, las congruencias, el álgebra de Boole o las matrices. Esta reflexión permitió reconocer, en conclusión, una causa del fracaso en el área en lo que se enseña y en la manera en que se enseña.

En Colombia los lineamientos y estándares nacionales continúan siendo, en una gran proporción, por lo menos en un significativo rango conceptual y de contenidos, un andamiaje estructurado sobre las matemáticas modernas (ver Ministerios de Educación Nacional, 2006), unas matemáticas que, como se ha expuesto, seguirán influyendo en el fracaso y la desmotivación por el área, además que establecen una dirección o unas rutas difícilmente cuestionables por parte de los docentes.

Ante esta incontrovertible situación, es decir, el importante grado de fracaso y desmotivación por las matemáticas, surgen retos asociados. Se hace necesario, en primer lugar, reconocer que la enseñanza de las matemáticas pierde su esencia si sólo se basa en una lista de contenidos para desarrollar y dejan de lado, como es natural en nuestros establecimientos educativos, la actividad matemática, la construcción y reconstrucción de saber matemático, las interacciones en el aula centradas en el sujeto que aprende y la identificación del contexto social y físico del mundo fuera del aula como fuente empírica para el conocimiento.

La enseñanza de las matemáticas ha estado franqueada por una idea equivocada del área, a saber, la pretensión de que está descontextualizada de la realidad cotidiana y de nuestras relaciones diarias con el mundo; que las matemáticas se tratan únicamente de lo que la cultura humana ha producido a través de la historia y que hoy en día se resume en los libros; que es imposible hacer matemáticas en el aula, pues las matemáticas sólo la pueden

hacer los matemáticos. Como resultado, las matemáticas se convierten en una ciencia abstracta, que no tiene sentido más que en nuestra mente.

En palabras de Bronzina, Chemello y Agrasar (2009), la formación matemática es insostenible cuando se centra en un conjunto de resultados y técnicas, que por lo demás no son estáticas e invariables; debe reconocerse la importancia de desarrollar capacidades, valores y actitudes de los estudiantes para enfrentar situaciones diversas, tomar decisiones y resolver problemas, argumentando sus puntos de vista.

Una mirada integral y un reto importante para las instituciones educativas en Colombia se presentó con el surgimiento de la renovación curricular para su enseñanza, que propuso a los maestros enfocar los aspectos de las matemáticas como sistemas y no como conjuntos o estructuras, como tradicionalmente se había hecho: se habla de un sistema simbólico, que se refiere a lo que se escribe, se pinta o se habla; un sistema conceptual, que alude a lo que se piensa, se construye o elabora mentalmente y unos sistemas concretos, de donde los niños y las niñas pueden derivar los conceptos esperados. El programa de renovación propuso, como lo plantean los lineamientos curriculares para el área (Ministerio de Educación Nacional, 1998), explorar los sistemas concretos que ya utilizan los niños y niñas, para construir de ellos los sistemas conceptuales y de éstos el mismo alumno puede desarrollar los sistemas simbólicos. Lo contradictorio, no obstante, es el carácter exageradamente moderno de los contenidos que, según el mismo Ministerio, deben impartirse en las escuelas y colegios.

Para una enseñanza fundamentada en estos presupuestos filosóficos, se debe partir de la idea que saber matemáticas no es sólo aprender definiciones y teoremas, para reconocer la ocasión de utilizarlos y aplicarlos; es también ocuparse de problemas.

Justamente los Lineamientos Curriculares tienen el fundamento teórico que sustenta una enseñanza dirigida hacia el planteamiento y la resolución de problemas. Afirman que los y las docentes deben simular en su clase una micro-sociedad científica, que permita ofrecer a sus estudiantes la posibilidad de encontrar en el aula lo que es el saber cultural y comunicable que ha querido ser enseñado.

Otro reto importante para enfrentar el fracaso y la desmotivación por el área se apoya en la necesidad de una nueva visión del conocimiento matemático en la escuela, como lo afirma García (2008). Entre un grupo más amplio de elementos esenciales para dicha reconceptualización, esta autora señala valorar los procesos constructivos y de interacción social en el aula, dar relevancia al planteamiento y resolución de problemas y conceptualizar el contexto como fundamento de la interacción y del sentido de las situaciones problemáticas. Supuestos similares presentan Bronzina, Chemello y Agrasar (2009), como resultados de SERCE, en tanto confirman la relevancia de la resolución de problemas y de aprender comprendiendo, con sentido, pues estudiar matemáticas es hacer matemáticas: “por esta razón, es muy importante tener en cuenta cuáles son los contextos, significados y representaciones que elegimos al planificar la enseñanza de una noción” (p. 36).

2.1.2. Reflexiones sobre la relevancia de las nuevas tecnologías de la información para el aula de matemáticas. Como respuesta a las dificultades asociadas a las matemáticas, a su enseñanza y al aprendizaje que alcanzan estudiantes de los diferentes grados escolares, las Nuevas Tecnologías de la Información (NTIC) han ofrecido alternativas significativas y exitosas, que han impulsado procesos novedosos y efectivos para enfrentar los retos descritos en la sección anterior.

El trabajo de Castillo (2008) presenta un ejemplo de este auge de las TIC, en tanto enmarca los presupuestos teóricos del constructivismo en la enseñanza de las matemáticas partiendo de las tecnologías y reflexiona sobre cómo éstas impactan el currículo, trascendiendo la discusión sobre la necesidad de usarlas, para reconocer la importancia de evaluar sus ventajas. Una de las conclusiones más importantes de este trabajo se refiere a las implicaciones de la intervención de las tecnologías en el aula desde el constructivismo. Esta investigación realiza una categorización de las NTIC, desde dicho enfoque, como herramientas de apoyo para aprender, como medios de construcción, como extensión de la mente y como soporte didáctico para diversos presupuestos teóricos. Explica que la concepción de las NTIC debe trascenderse, de esta manera, para dejar de verse sólo como medios, para empezar a entenderse “como elementos motivadores, creadores, que facilitan los procesos cognitivos de manera integrada con los demás elementos del currículo.” (p. 186).

El Ministerio de Educación Nacional (2003), por su parte, sugiere un amplio campo referencial de aproximaciones empíricas en la implementación de estas tecnologías. Algunos resultados importantes de estas investigaciones, referidos a las implicaciones didácticas, pueden resumirse de la siguiente manera: los procesos de modelación matemática se facilitan considerablemente con las nuevas tecnologías (Fiallo, Iglesias y Urbina, 2002; Camargo, 2002); el trabajo en el área se hace menos tedioso, pues se facilita la representación y la interacción con los problemas (Fiallo, Iglesias y Urbina, 2002; Lozano y Camargo, 2002), se motivan procesos de investigación matemática en el aula (Fiallo, Iglesias y Urbina, 2002; Acosta, Rodríguez y Camargo, 2002) y de argumentación, comunicación e interacción (Urquina, 2002; Lozano y Camargo, 2002; Camargo, 2002).

Todos los anteriores resultados establecieron un presupuesto teórico fundamental para esta investigación. La modelación matemática es esencial para el estudio de los fenómenos astronómicos y su comprensión podría ser facilitada por los REA, así como las estrategias de representación e interacción con problemas, evitando el tedio que algunas veces se deriva del análisis de extensos datos astronómicos y meteorológicos. Si estos recursos motivan además la investigación matemática, los estudios astronómicos se facilitarían significativamente, en tanto implican la mediación del pensamiento para la resolución de problemas. Dada la relevancia de la construcción colectiva de conocimiento, partiendo de las experiencias con los fenómenos astronómicos, procesos de comunicación y de interacción, que son facilitados por los REA, resultarían también fundamentales.

En complemento a todo ello, pudo referenciarse el trabajo de Toledo, Sabín, Herrera, Pino y Cordovés (2005), quienes presentan algunas implicaciones didácticas de las NTIC, especialmente orientadas a elevar la motivación en el aula. Se resaltó en este trabajo la posibilidad que los y las estudiantes tienen al representar fácilmente objetos matemáticos y analizar su comportamiento, incidiendo en su interés y facilidad para la adquisición del conocimiento: “se implementan recursos didácticos que contribuyen a desarrollar el pensamiento matemático de los alumnos y a incrementar la motivación por el estudio de esta asignatura, asignándole un papel protagónico al escolar en la adquisición del conocimiento” (p. 62). También afirman que el uso de los recursos computacionales debe concebirse como un elemento interno y facilitador de los procesos en el aula.

En la investigación empírica de Sabín, Toledo, Albelo, García y Pino (2005) se resaltaron impactos de las TIC en la equidad, pues permiten la atención de las diferencias individuales y un mayor aprovechamiento de las capacidades de cada sujeto, tanto de los más talentosos y creativos como de estudiantes con discapacidades. La población

participante en los talleres que se implementaron en este proyecto presentaron características muy heterogéneas, partiendo de los diversos estilos y capacidades con las que contaron. Estos autores resaltan además la incidencia que las NTIC tienen sobre el fomento de la participación activa de los estudiantes y la facilidad para romper viejos esquemas de aprendizaje propiciando nuevos, lo que sugirió perspectivas útiles para la presente investigación.

Los REA, sobre los cuáles se centró la problemática planteada en este texto, son un producto directo del auge de las NTIC aquí explicado y son insumo de los retos y supuestos que se han expuesto en torno a estas tecnologías; definir lo que significa este constructo se hizo necesario en este proyecto. Según Ramírez (2011a), los REA son

recursos destinados para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación que residen en el dominio público o, que han sido liberados bajo un esquema de licenciamiento que protege la propiedad intelectual y permite su uso de forma pública y gratuita o, que permite la generación de obras derivadas por otros (p. 143).

Ramírez (2011a) identifica el uso de los REA como una innovación tecnológica, una estrategia que apoya un modelo de enseñanza de las competencias digitales. Según esta autora, la utilización de estos recursos en el aula implica un rol del alumno de carácter activo, con capacidad para la gestión de la información y el manejo de tecnologías y docentes que asuman un rol de facilitadores, con capacidades analíticas. Esta autora resalta el presupuesto filosófico defendido por la UNESCO, que supone que el mundo del conocimiento es un bien público y que las NTIC y la *World Wide Web* presentan la posibilidad para compartir, usar y reusar el conocimiento.

La potencia de los REA para la educación ha sido también defendida por Contreras (2010), quien sustenta que su aplicación efectiva requiere aún vencer un amplio número de barreras. Esta autora realiza un corto recuento de las universidades que han asumido la

vanguardia en la creación y uso de estos recursos, lo que abre un abanico inmenso de posibilidades para el aprendizaje de la matemática. Una de las conclusiones más clarificadoras de su reflexión es que al usar los REA se presenta una promoción del intercambio, del uso y de la producción de contenidos en una escala global, con fundamento en la red; se establece una analogía entre el uso de la televisión como herramienta pública y unidad generadora de conocimiento y el internet para la educación.

Ante el escenario descrito por estas dos autoras, los REA abrieron una ruta posible (y quizá necesaria) para complementar el estudio de la astronomía y de los datos obtenidos en los sistemas meteorológicos; pero más especialmente, dadas sus características, estos recursos resultaron en una base para el aprendizaje de las matemáticas en contexto. La siguiente sección permitirá clarificar por qué.

2.2. Aprendizaje de las matemáticas en contexto, aprendizaje situado y resolución de problemas

Como se mencionó antes, la principal causa por la cual el área de matemáticas es una de las que más fracaso origina en la escuela, se debe a que ésta ha pretendido explorarse didácticamente desde un enfoque exageradamente formal. Pero esta pretensión se ha convertido además en una de las causas esenciales de la desmotivación hacia el estudio del área y una de las dificultades más relevantes en su aprendizaje. Decir que el enfoque didáctico se centra en lo formal y en la transmisión de procedimientos, conceptos y presupuestos matemáticos, puede asociarse directamente con la descontextualización de las matemáticas en el aula de clase y, como añadidura, con el desconocimiento de que éstas se tratan de una creación cultural humana, resultado de problemas reales que surgieron en la

historia. Como reconoce Kline (2001), aunque las matemáticas se encargan de estudiar múltiples abstracciones, es innegable que cada una de ellas tiene una raíz anclada en el mundo real y en los problemas prácticos que se derivaron en la historia. Esto lleva a reconocer la importancia que tiene el aprendizaje en contexto para la enseñanza del área y cuál es la riqueza que tiene la astronomía para este tipo de aprendizaje.

En Colombia, como referente fundamental para algunas de las transformaciones y reconceptualizaciones que se han sugerido para los lineamientos curriculares, García (2008) ha resaltado los significativos aportes que realizó Miguel de Guzmán Ozámis. Dichos aportes, entre otras cosas, establecen necesarias claridades en torno a lo que significa el aprendizaje en contexto y cómo la enseñanza de las matemáticas requiere responder a nuevas maneras de comprensión que atiendan a una interacción con el mundo real en el cual y sobre el cual actúan cotidianamente los y las estudiantes.

El primer aspecto que permitió comprender el significado del aprendizaje en contexto requiere presentar la aproximación que Miguel de Guzmán (Guzmán, 1993 y Gil y Guzmán, 2001) realiza frente a la manera en que debería tener lugar el proceso de aprendizaje matemático, pues afirma que éste debería darse tal y como el ser humano ha recreado las ideas matemáticas, esto es, poner en contacto a los y las estudiantes con la realidad matematizable que dio lugar a los conceptos que se tratan en el aula. Esto significa enseñar con una intención clara, en tanto se enfrenta la pregunta “¿y esto para qué sirve?”, sobre la cual se abordaron en las secciones anteriores las reflexiones en torno a la motivación y al fracaso de la enseñanza de la matemática moderna.

Dentro de las reflexiones que plantea este autor y que explican lo que significa el aprendizaje en contexto de las matemáticas en el marco de este proyecto, fue posible resaltar que:

- Se debe centrar la actividad en el aula sobre los procesos de pensamiento matemático y ya no sobre la transferencia de contenidos. Entender que matemáticas es hacer matemáticas y no es, como se ha pensado, un cúmulo de saberes o de contenidos. Descentrar los contenidos implica valorar más las habilidades de pensamiento, pues los contenidos se convierten en “ideas inertes”, pero dichas habilidades resultan útiles para la vida.
- El aprendizaje debe ser activo, es decir, simulando la manera en que las matemáticas fueron construidas en la historia. Esto implica estimular la búsqueda autónoma y el descubrimiento de estructuras que puedan surgir del estudio de los fenómenos y de las matemáticas mismas.
- Se requiere el apoyo de la intuición en la relación con lo concreto y lo real, pues las matemáticas son fundamentalmente empíricas. Su abordaje en el aula requiere mucho de la experiencia y de la manipulación de los objetos de los que surgió el saber cultural.
- Se busca atender a las demandas de las nuevas tecnologías y a sus retos para la enseñanza, especialmente la necesidad de que los y las estudiantes comprendan los procesos matemáticos más bien que la ejecución de rutinas.
- Hacer uso del juego como actividad libre, buscando que pierda fuerza la idea de que las matemáticas son aburridas, inútiles, inhumanas y difíciles. Las matemáticas son un juego con características muy específicas.
- Urge comprender las matemáticas como un conjunto de complejidades: complejidad proveniente de la multiplicidad (en relación al número y a la aritmética), complejidad que procede del espacio (geometría), complejidad del símbolo (álgebra), complejidad del cambio y de la causalidad determinística (cálculo), complejidad proveniente de la

incertidumbre en la causalidad múltiple incontrolable (probabilidad, estadística), complejidad de la estructura formal del pensamiento (lógica matemática). Vistas las matemáticas como estas complejidades, se evita la separación entre los saberes y el mundo que permite construirlos.

Estos supuestos se constituyen en sí mismos en características del aprendizaje en contexto. En síntesis, este tipo de aprendizaje se entendió como aquel que se deriva de experiencias y de las actividades que relacionan la realidad, la historia y sus problemas con la construcción de los conceptos y la aplicación de los mismos, ubicando en el centro de la interacción en el aula los procesos de pensamiento matemáticos, más que la transmisión de contenidos anquilosados.

Las aproximaciones que propone Díaz (2003) en torno a la cognición situada, sugirieron relaciones explicativas, que permitieron ampliar la definición de aprendizaje en contexto que se ha propuesto. La categoría de cognición situada enmarcó conceptos más específicos, que inscribieron características para apoyar la reconceptualización de la educación matemática. El aprendizaje situado, según Díaz (2003), atiende a diferentes enfoques, de los cuáles es posible resaltar algunos de mayor relevancia para el aprendizaje en contexto y que enriquecen la interacción didáctica. El análisis colaborativo de datos relevantes, en primer lugar, propone centrar en el estudiante y en la vida real la actividad en el aula, con el apoyo del razonamiento y de la discusión crítica. Las simulaciones situadas, por su parte, implican que el alumnado enfrente la resolución de problemas simulados o de casos de la vida real. Finalmente, el aprendizaje *in situ* hace énfasis en la manera en que lo aprendido por los chicos y chicas es útil en escenarios reales.

En relación con la cognición situada, se consideraron otros modelos de enseñanza, que Ramírez (2011a) ha identificado como modelos para el análisis y para la aplicación del

conocimiento y de los cuales fue posible recoger algunos elementos de sus presupuestos para aclarar en este proyecto lo que se entendió por aprendizaje en contexto. Esta autora identifica como modelos de análisis el aprendizaje basado en problemas (ABP), el debate y la argumentación y, como modelos de aplicación del conocimiento, el aprendizaje basado en investigación (ABI), el aprendizaje basado en proyectos (POL) y la innovación basada en evidencia (IEBE). Sin desconocer las potencialidades que las demás estrategias representan para el trabajo en el aula, para este proyecto resultaron de especial atención el ABP, el ABI y el POL, específicamente por la relación que tienen con la puesta en contexto del saber que se aborda en el aula.

El ABP implica la construcción del conocimiento partiendo de la resolución de un problema, buscando aprender del mismo, entendiendo el aprendizaje como un proceso activo; se fundamenta en el contexto pues recoge situaciones de la vida real para interactuar en el aula; consiente la colaboración como una habilidad necesaria para la interacción y la acción formativa.

El ABI es un modelo que implica que el estudiante se sumerja en situaciones de investigación científica, bajo la mediación docente, implicando el uso eficiente de los medios tecnológicos en la búsqueda de información. Por su parte, el POL se orienta a la realización de proyectos que permiten poner en práctica lo que se aprende y está en directa relación con el alcance de un objetivo, con el aprender a aprender y con la obtención de productos o servicios.

Un aporte fundamental de estos modelos para entender el aprendizaje en contexto está relacionado con el papel activo que exige del estudiante, su capacidad de participar, resolver problemas y partir de un aprendizaje autodirigido, pero también permiten aclarar el

rol docente como facilitador en la búsqueda de dicho aprendizaje y no como simple transmisor de conocimientos estancos.

Cada uno de estos enfoques, enmarcados en la cognición situada, en la innovación y en el sentido de trascendencia del saber, reiteraron y ampliaron la concepción de aprendizaje en contexto que fundamenta este proyecto, específicamente porque resaltan el papel que cumplen los escenarios reales para el aprendizaje en el aula, el hecho de que la actividad en el aula se centra en el estudiante y no en el docente y además que la construcción colectiva de conocimiento es esencial para los resultados de la interacción.

Estos presupuestos coincidieron en la relevancia que la pregunta, como acción interna del aula, tiene para el aprendizaje, y es que

en la actualidad uno de los principales propósitos de la educación secundaria es el desarrollo del pensamiento crítico y creativo. Estas competencias pueden desarrollarse mediante el estímulo del pensamiento profundo de los estudiantes, de manera concreta, mediante el planteamiento de preguntas; plantear preguntas para aprender cómo aprender y así convertirse en un aprendiz para toda la vida. Por otro lado, el plantear preguntas juega un papel central en el proceso de enseñanza, ya que el aprendizaje, el pensamiento, la participación y el compromiso de los estudiantes en su propio aprendizaje, dependen del tipo de preguntas propuestas por el docente (Ramírez, 2011a, p. 127).

La investigación de Zúñiga (2007), enfocada a la enseñanza del cálculo desde una perspectiva cognitiva y contextual, se constituye en un ejemplo útil para explicar el impacto del aprendizaje en contexto y su significado. Esta investigación identifica como antecedente fundamental el hecho que la enseñanza del cálculo esté basada en la transmisión de conocimientos y en el desarrollo de habilidades algebraicas; aspectos ambos que se han identificado aquí como causas básicas del fracaso y la desmotivación por el aprendizaje de las matemáticas. Otro antecedente importante en dicha investigación se evidencia en que los problemas propuestos para el desarrollo del cálculo no están orientados a resolver situaciones de la realidad, derivando esto en que los estudiantes pueden adquirir habilidades

algebraicas sin llegar a niveles reales de comprensión conceptual o de real aplicación de los conocimientos. Para atender a esta problemática, la investigación se propone analizar el funcionamiento cognitivo de los estudiantes cuando se enfrentan a un problema de aplicación de la ingeniería en el estudio del control de la contaminación del agua en la industria del curtido de pieles, abordando conceptos como el de modelo matemático, función de una y dos variables, gráficas, pendiente, derivada parcial, entre otros; encontrando así que las funciones cognitivas y las operaciones mentales se implementan de manera adecuada en el tratamiento de la información propuesta por el problema, pero además que la atención y la motivación de los estudiantes por resolverlo responden a que el problema está asociado a un contexto de su interés.

Investigaciones y resultados como estos permiten reconocer la importancia de las preguntas y de los problemas planteados como preámbulo y fundamento para el tratamiento de conceptos y procedimientos matemáticos. Las preguntas, tanto las planteadas por el docente como por el estudiante, corresponden directamente con la estructura del aprendizaje en contexto, en tanto apoyan la resolución de problemas en matemáticas. Tanto Guzmán (1993) y Gil y Guzmán (2001) (quienes denominan este enfoque también como heurística) como Morgan, Dunn, Parry y O'Reilly (2004) reconocen esta estrategia como *problem solving*. Los primeros autores distinguen la heurística con el énfasis que se pone en los procesos de pensamiento y realizan diferenciaciones necesarias entre problemas y ejercicios, pues éstos últimos llevan al estudiante a resolver situaciones partiendo de pasos bien establecidos y algoritmos que deben seguir, sin la implicación significativa de su razonamiento. La resolución de problemas, por su parte, implica la manipulación autónoma por parte del estudiante de la situación propuesta, el ejercicio de su creatividad, sus procesos de pensamiento, la transferencia de resultados a otros contextos problema, entre

otros aspectos que, en síntesis, centran la interacción en el aula en los y las estudiantes. En palabras de Zúñiga (2007) un problema debe entenderse como un reto o dificultad al que no puede encontrarse una solución inmediata, por lo que es una situación que lleva al estudiante a la búsqueda de procedimientos poniendo en juego sus conocimientos previos, atendiendo a la novedad, esto es, enfrentar elementos nuevos no comprendidos y construir procedimientos o estrategias para su resolución.

Para Morgan, Dunn, Parry y O'Reilly (2004) el *problem solving* permite a los estudiantes adquirir habilidades para la vida. Establecen dos categorías que permiten también diferenciar un problema real. Existen, dicen estos autores, los problemas bien estructurados, que pueden ser resueltos si se sigue un algoritmo o procedimiento que, paso a paso, llevan a la solución buscada; es lo que Guzmán (1993) y Gil y Guzmán (2001) identifican como ejercicios. Existen también los *ill-structured problems*, que son más complejos, permiten ambigüedad que motiva la interacción, no siempre cuentan con la información necesaria para su resolución (pues esta debe ser procurada por el estudiante), se relacionan con la vida real y sus soluciones no son únicas o definitivas.

Las perspectivas de estos autores permiten fijar una relación necesaria: el aprendizaje en contexto, tal y como se ha evidenciado en la historia de las matemáticas, depende de la resolución de problemas, pues éstos son la raíz de la interacción y la construcción de conocimiento. Además, cada una de las aproximaciones presentadas en esta sección admiten un supuesto que reconceptualiza de manera profunda la educación matemática, en tanto exigen entenderla como un proceso de inculturación o enculturación. Díaz (2003) destaca, en este sentido, la importancia que la actividad y el contexto tienen para el aprendizaje escolar en tanto proceso de enculturación, debido a que permiten una contraposición al abordaje de aprendizajes declarativos abstractos y descontextualizados, de

carácter inerte, inútiles, poco motivadores y sin relevancia social, esto es, sin relación con la cultura. Guzmán (1993), por su parte, resalta la importancia de concebir la enseñanza y el aprendizaje de la matemática como un proceso de inmersión en las formas propias de proceder del ambiente matemático, reiterando que estudiar matemáticas es hacer matemáticas. Esto es lo que determina un proceso de inculturación.

A manera de conclusión, se debe entender que la aplicación del conocimiento constituye un nivel muy diferente al del análisis. Según Marzano (citado por Ramírez, 2011a) la utilización del conocimiento requiere de su aplicación en situaciones específicas, por lo que los procesos mentales no responden al conocimiento sino propiamente a la utilización de dicho conocimiento, partiendo de procesos como la toma de decisiones, la resolución de problemas, la indagación experimental y la investigación.

2.3. Investigaciones relacionadas con el tema, potencialidades de la astronomía en el aula

2.3.1. Aprendizaje de la astronomía en el marco de las matemáticas. En el afán de atender a las exigencias que surgen del aprendizaje en contexto para el aprendizaje de las matemáticas, se identificó la astronomía como una ciencia con inmensas potencialidades para el desarrollo de la actividad en el aula. Esta potencialidad puede advertirse, en primer lugar, en la manera en que la astronomía ha determinado y orientado el desarrollo histórico de las matemáticas, desde las culturas más antiguas (mayas, egipcias, babilónicas y griegas, de manera especial) hasta las culturas modernas, en cuyos casos existen fundamentos en otras ciencias como la física o la química. La astronomía ha derivado en una miríada de problemas matemáticos, algunos de los cuales no han sido aún resueltos o se han resuelto hace poco, o bien han complementado o han sustentado la invención de complejas ramas

como la trigonometría, las geometrías euclidea y no euclideanas o el cálculo (un estudio amplio de la relevancia de la astronomía para las matemáticas puede verse por ejemplo en Kline 1992, 2001 y Devlin, 2003). Ryden (1999) resume esta hipótesis de manera concluyente cuando afirma que la búsqueda de aplicaciones reales y accesibles para la enseñanza son una preocupación continua de los docentes de secundaria, considerando pocas veces la astronomía a pesar de que los estudiantes tienen la capacidad de entender preguntas clásicas como el cálculo de los diámetros y masas de cuerpos celestes, distancias entre ellos o periodos orbitales. Muchos estudiantes, afirma este autor, se sorprenden al reconocer que dichos problemas se resolvieron con matemáticas que ellos mismos ya comprenden.

Fue posible encontrar en la literatura una gran cantidad de experiencias de aula en las que se propone el estudio de la astronomía, pero que resulta imposible citar en su totalidad, pues eso constituiría un objeto de investigación en sí mismo, enfocado al establecimiento de un estado del arte. De esta manera, para atender a los propósitos del presente proyecto y para ejemplificar o explicar la generalidad de los estudios, a continuación se propuso una clasificación de algunas de estas aproximaciones, que se constituyeron a su vez en referentes para el diseño de talleres y búsqueda de posibilidades didácticas. En su mayoría, las siguientes experiencias de aula no describen un trabajo de campo que obligaran la estructura convencional de una investigación, razón por la cual no fue posible explicitar siempre objetivos, preguntas o metodologías, pero se resaltaron los resultados obtenidos de cada reflexión. Se establecieron cuatro categorías de agrupamiento:

- Aproximaciones teóricas que proponen actividades centradas en la determinación de medidas astronómicas.

- Literatura sobre la construcción y uso de instrumentos para uso astronómico.
- Aproximaciones que establecen reflexiones sobre la enseñanza de la astronomía y de las matemáticas.
- Actividades de clase centradas en la astronomía y en las matemáticas.

2.3.1.1. Aproximaciones teóricas que proponen actividades centradas en la determinación de medidas astronómicas. En estas publicaciones se estudian los presupuestos teóricos y matemáticos que permiten la determinación de diámetros de planetas y descripciones de órbitas planetarias, ubicación de astros, distancias entre planetas, el Sol, la Luna y la Tierra.

El trabajo de Teets y Whitehead (1998) parte del supuesto que “no es muy común encontrar en la historia de la ciencia y de las matemáticas grandes problemas cuyas soluciones son accesibles a los estudiantes de primer o segundo año de pregrado” (p. 397). Este supuesto presenta una contradicción con lo que se ha planteado en secciones anteriores, en las que se ha argumentado, por ejemplo, que de hecho la astronomía ha permitido el establecimiento de principios y construcciones matemáticas, muchas de las cuales se abordan hoy en día en las escuelas y colegios, aunque en tales casos sin una relación evidente con el estudio del universo o de la Tierra. Dicha afirmación contradice además los supuestos de esta investigación y de hecho no corresponde con la gran cantidad de literatura que puede encontrarse sobre la astronomía. Tal vez el punto de contradicción esté relacionado con la claridad necesaria que hay que establecer cuando los autores hablan de “grandes problemas”, pues el calificativo es difícil de dimensionar en todos los contextos educativos.

Independiente de ello, estos autores plantean el problema de calcular las orbitas planetarias en el aula de matemáticas, partiendo de dos vectores en R^3 , para describir la posición respecto del Sol y calcular además los parámetros para determinar su posición en cualquier momento. El objetivo de su indagación se resume en presentar un método accesible para estudiantes partiendo de ese modesto contexto, sin la pretensión de obtener resultados extremadamente precisos. Para ello exponen que se requiere un fundamento en cálculo y geometría analítica (productos entre vectores, ecuaciones de líneas y de planos, trigonometría, coordenadas polares de la elipse, áreas, etc.), aspectos que se ubican más bien en contextos de pregrado y no de manera directa en los últimos grados de secundaria. Sin embargo, su aproximación permite ejemplificar un caso de estudio astronómico que puede implementarse en relación con las matemáticas y eventualmente con estudiantes más avanzados del último grado de secundaria.

El mismo Teets (2007) sugiere una aproximación, con un grado de complejidad mayor, para definir el tratamiento algebraico necesario para la programación de un telescopio electrónico (más conocidos como *Go To Telescopes*), del que se quiere que siga un cuerpo celeste durante su desplazamiento. El problema se trata entonces de encontrar varios sistemas coordenados que simplifiquen los diferentes movimientos de la Tierra y de otro cuerpo celeste y relacionarlos con las rotaciones y traslaciones de los ejes coordenados. El texto aborda conceptos diversos relacionados con la ubicación astronómica de cuerpos celestes (altitud y azimuth), derivadas respecto del tiempo, sistema coordenados en R^3 , trigonometría y matrices. La conclusión de este trabajo sugiere el asombro que genera el hecho del poco espacio (algunas páginas de un artículo) que se requiere para conocer con buen nivel de precisión lo que a Kepler y a Galileo les tomó muchos años.

Las aproximaciones de Teets y Whitehead (1998) y de Teets (2007), permitieron evidenciar de manera clara la aplicabilidad de las matemáticas en la astronomía y la manera en la que la astronomía requiere de las matemáticas, aspecto que resultó central para este proyecto.

En el trabajo de Ryden (1999) se sugiere que los estudiantes (de geometría y álgebra) de sus cursos comprenden los problemas propios de la astronomía relacionados con el método llamado *parallax* (paralaje en español), que se explica en el texto; que han determinado distancias astronómicas usándolo y que han realizado medidas específicas, en grupos de cuatro, de distancias dentro del salón, medidas afuera del aula (como una torre de agua o una antena telefónica) a manera de aplicación del método. Éste consiste en un proceso de triangulación para determinar distancias inaccesibles, que describe el fenómeno que ocurre cuando se pone el dedo en frente de la cara y alternamente se cierran de a uno los ojos, generando la sensación que el dedo se mueve respecto del fondo.

Para contextualizar el tema relacionado con las matemáticas para la astronomía, Ryden realiza un registro histórico de problemas de la historia (en tanto ofrece una explicación de los mismos), como la medida de la circunferencia de la Tierra por parte de Eratóstenes; la medida de Aristarco de Samos del Sol a la Tierra y a la Luna; los periodos orbitales de los planetas y las distancias al Sol, por parte de Copérnico, en unidades astronómicas (UA) y usando los periodos sinódicos, exponiendo los cálculos realizados por él, presentando algunos ejemplos con Marte, Venus y Júpiter; explica las leyes de Kepler, rebatiendo la circularidad de las órbitas planetarias, midiendo en varios puntos la posición de Marte en su órbita; hace una exposición sobre la determinación de la ley universal de la gravitación por Newton partiendo de las tres leyes de Kepler y la manera en que derivó en

la invención del cálculo (se explica la deducción de la aceleración de la caída de la Luna sobre la Tierra).

Durante este tratamiento Ryden aborda diversos conceptos astronómicos y establece una relación con las matemáticas. Por ejemplo explica los conceptos de periodo sideral (el tiempo requerido para que un planeta complete una órbita relativa a un estrella fija), el periodo sinódico (intervalo de tiempo entre un alineamiento entre el Sol, la Tierra y un planeta y el siguiente alineamiento equivalente) y el concepto de UA; nociones todas estas claves para el desarrollo de la presente investigación.

Un último ejemplo de este grupo de aproximación lo presentan Camino y Gangui (2012). Ellos pretenden orientar los procesos necesarios para determinar la latitud de un lugar con precisión y para lograrlo parten del supuesto de que la longitud y la orientación de la sombra producida por un gnomon depende de la hora del día y de la estación (o temporada en el trópico) del año, así como de la latitud del lugar donde se observa, que se convierte en el centro de su estudio. Aprovechan los equinoccios, pues en estas fechas los extremos de las sombras siguen una línea. Así, usando hilos y palos, calcularán la latitud, resultado de la medida de un ángulo fácilmente obtenible.

Una reflexión remarcable del trabajo de estos autores en su texto es que no existe sorpresa cuando a los estudiantes se les habla de la rotación terrestre y su relación con el día y la noche, pero sí cuando se les pide un modelo topocéntrico de observación para estudiar el Sol. Aspecto que sugirió un referente interesante para trabajar en el aula.

Dentro de los conceptos y procedimientos que abordan, estos autores explican el arco que sigue el sol no arbitrariamente en diferentes latitudes, la inclinación del plano que contiene a la Tierra y al Sol (plano de la eclíptica), las propiedades de los equinoccios (en marzo y en septiembre) y el concepto de proyección celeste local del Ecuador.

Esta experiencia se implementó el 20 de marzo de 2009, en cinco lugares de Sur América con profesores de ciencias y física de secundaria y primaria y con profesores universitarios, generando debates relacionados con física y astronomía y cómo implementar este conocimiento en el aula. Terminan concluyendo que, a pesar de que aún hay mucho que hacer para que la astronomía se integre apropiadamente a los currículos, este tipo de actividades, que pueden articular experiencias universitarias y del colegio, son un beneficio para todos.

2.3.1.2. Literatura sobre la construcción y uso de instrumentos para uso astronómico. Estas publicaciones presentan propuestas metodológicas para el diseño y el uso de instrumentos artesanales para determinar medidas (con relativo grado de precisión) y con algunas aplicaciones de conceptos matemáticos en el aula.

Por ejemplo, el trabajo de Dias, Longhini y Marques (2011) presentan la construcción de la ballestilla como una herramienta que puede usarse en astronomía y en matemáticas para la determinación de distancias angulares. Estos autores parten de la pregunta ¿por qué observar el cielo? Citan algunas posibles experiencias históricas para la construcción de calendarios, medidas de tiempos, movimientos del Sol y de las estrellas, eclipses y otros fenómenos que atrajeron la atención del ser humano para resolver problemas relacionados con la agricultura y la navegación. Presentan una historia de la ballestilla en la navegación, que les permite contextualizar su uso y sus aplicaciones matemáticas, aspecto que explican ampliamente. Finalmente proponen algunas estrategias para implementar en el aula, como la medida de alturas de manera indirecta y la medida de la latitud local, además de plantear algunas reflexiones para la correcta aplicación didáctica en el aula.

Una aproximación similar para el diseño de la ballestilla, es presentada por Vicino (2009), aunque con un nivel menor de profundidad. Este autor argumenta que el enfoque dado a la astronomía resulta muy diferente al dado a las matemáticas, por el carácter de ciencia natural que tiene la primera y por el interés de abstracción de conceptos orientado por la segunda. Este supuesto, según se ha presentado anteriormente, sugirió un referente importante de discusión, especialmente porque las matemáticas han surgido de muchos problemas de la astronomía y el nivel alto de abstracción se corresponde de manera más estrecha con las matemáticas modernas, cuya enseñanza es causa de la desmotivación y el fracaso de los y las estudiantes cuando pretenden estudiar el área. El autor, sin embargo, argumenta en su texto que en algunos puntos la astronomía puede relacionarse con las matemáticas.

La ballestilla propuesta por este autor es más simple, pero permite obtener resultados similares a la anterior aproximación, explicando también las posibles aplicaciones del instrumento. Expone también algunas experiencias desarrolladas con estudiantes, el carácter de los resultados obtenidos y sobre la satisfacción de los estudiantes al experimentar la trigonometría.

Gangui (2011a y 2011b) presenta los presupuestos teóricos y los recursos necesarios para diseñar un reloj de sol. Explica las características de un reloj de sol, realiza algunas aproximaciones didácticas útiles para explicar su construcción y el tratamiento de conceptos relacionados con la trigonometría en el aula; propone los pasos para el diseño y rutas posibles para abordar la comprensión de su funcionamiento. En estos artículos se abordan conceptos asociados a la rotación terrestre, el eje de rotación, el movimiento aparente, las medidas de ángulos, los cambios anuales del movimiento aparente del Sol y de los astros, las líneas imaginarias celestes y las razones trigonométricas.

2.3.1.3. Aproximaciones con reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la astronomía y de las matemáticas. En este grupo se pueden plantear como ejemplos las producciones de Vicino (2009) y Dias, Longhini y Marques (2011), ya presentadas antes, pues exponen algunas reflexiones sobre la necesidad de experiencias en el aula de matemáticas desde la astronomía que motiven el aprendizaje por parte de los y las estudiantes. Muchas de las demás publicaciones mencionadas en esta sección presentan reflexiones similares, pues generalmente la creación de instrumentos y la implementación de estrategias didácticas deben estar fundamentadas en unos presupuestos pedagógicos.

La investigación de Gangui, Iglesias y Quinteros (2007), que se centra propiamente en la enseñanza de la astronomía y de la física en escolaridad primaria, permiten, no obstante, tener un referente útil para el abordaje de las matemáticas desde estas ciencias. Estos autores parten del problema relacionado con cómo las concepciones alternativas de estudiantes y docentes median en el tratamiento de las ciencias, su enseñanza y su aprendizaje. Para ello indagan la relación que los docentes tienen con los científicos en actividad y con el saber académico que imparten. Para ello indagan qué sucede en diversas latitudes y buscan determinar si docentes, estudiantes y docentes en formación presentan problemas de comprensión de los temas o con su transmisión.

Como resultado del estudio documental, estos autores identifican algunas problemáticas significativas en lo referente a la astronomía, tales como las fases de la luna, el ciclo del día y de la noche, verticalidad en la Tierra y gravitación, las estaciones, composición y forma del sistema solar y ubicación en el universo; aspectos todos estos sobre los cuales se presentan concepciones alternativas que requieren reflexión.

Realizan luego un análisis de los programas escolares, qué proponen éstos que debe enseñarse, identificando muchos de los temas conflictivos en dichos estándares (abordan el

caso de Argentina). Como resultado, muchos docentes encuentran dificultades en la forma de impartir estos contenidos, relegando el trabajo a las editoriales, dejando en el aire la cuestión de si los y las docentes sí tienen claro lo que deben enseñar y sobre la necesidad de que sean ellos y ellas quienes tomen las decisiones pedagógicas.

Tomando como referente estas cuestiones, los autores sugieren algunas recomendaciones que aclaran por qué estudiar las nociones alternativas en astronomía: la reflexión de los conflictos sustenta las innovaciones pedagógicas, para aprender y para enseñar mejor las ciencias.

2.3.1.4. Literatura sobre actividades de clase centradas en la astronomía y las matemáticas. Estos trabajos constituyen una amplia compilación de experiencias y actividades validadas, resultando en un marco de referencia teórico y didáctico básico para el desarrollo de talleres de astronomía y matemáticas. Algunas de las publicaciones citadas anteriormente pertenecen también a este grupo.

El trabajo de Gangui, Iglesias y Quinteros (2009) realiza una propuesta amplia de trabajo con una secuencia de actividades para implementar en el aula: determinación de la hora sin reloj, para contextualizar a los estudiantes con algunos fenómenos relacionados con el movimiento aparente del Sol; construcción de una maqueta que permita representar el movimiento aparente del Sol, para analizar dicho movimiento durante el año y para ayudar a imaginar los cambios astronómicos; organización de un debate para la reflexión sobre las representaciones o modelos teóricos en la historia, permitiendo comprender que los fenómenos pueden ser descritos desde múltiples perspectivas; las sombras y su relación con la ubicación geográfica, poniendo en juego los modelos heliocéntrico y geocéntrico

analizando las sombras en el planeta; construcción de un reloj solar, obteniendo un producto de las múltiples reflexiones propuestas en las actividades anteriores.

La propuesta de Gangui (2008a, 2008b) constituye una secuencia didáctica para que docentes de secundaria de diversos años escolares, niveles socioeconómicos o áreas, puedan abordar algunas cuestiones astronómicas, relacionadas con el movimiento de los cielos. Para ello, el autor centra su atención en la diversidad de concepciones que se podrían evidenciar en el aula, más que en la difusión de esquemas teóricos de carácter científico. Las actividades que propone están relacionadas con: el ciclo del día y de la noche, el año y los movimientos terrestres, centrada en la rotación y la traslación; las estaciones, que busca aclarar la orientación del eje terrestre y cómo éste ocasiona los cambios del clima; construcción de un minisistema solar, para aplicar los conceptos propuestos en las dos actividades anteriores; la forma real de la Tierra, abordando también la velocidad de rotación; la atracción de la Luna sobre la Tierra y movimientos del eje terrestre, abordando las fuerzas de atracción gravitatoria entre cuerpos celestes; movimientos de precesión de equinoccios y corrimiento de las constelaciones, orientada a la aplicación de los conocimientos abordados en las actividades anteriores.

Fernández (2009), por su parte, presenta un conjunto de actividades y recursos para que docentes de secundaria puedan practicar astronomía nocturna con sus alumnos, buscando afianzar conocimientos matemáticos y la curiosidad por las mediciones. La experiencia contextualiza su posible campo de aplicación en el archipiélago canario, por las condiciones climáticas y geográficas ideales, aspectos que justifican la propuesta. Para la exposición de las actividades presenta algunos ejemplos de experiencias previas, que permiten orientar un mejor desarrollo de las salidas nocturnas. Las actividades propuestas son: una primera observación, procurando que se cuente con condiciones suficientes para

evitar que sea fallida, pues de lo contrario afectaría la motivación y por tal razón se realizan algunas recomendaciones, tal como contar con un cuaderno de apuntes, una carta celeste, un láser para señalar, etc.; tratamiento de las coordenadas polares partiendo de la observación de los primeros astros, usando un cuadrante y una ballestilla; tratamiento de las progresiones geométricas, estudiando el brillo de las estrellas y las magnitudes estelares; manejo de la interpolación, determinando las magnitudes estelares y las estrellas variables; la media aritmética, contando las estrellas; finalmente, el concepto de radián, estudiando los eclipses de Sol y el diámetro aparente de los astros en función de su distancia.

El trabajo de Camino, Steffani, Gangui, Sánchez y Oliveira (2009), por su parte, presenta los resultados del proyecto “Observación conjunta del Equinoccio de marzo” llevado a cabo en Porto Alegre; debido a la descripción rigurosa de las experiencias llevadas a cabo y de la evaluación de los resultados obtenidos, es posible tener un marco didáctico también amplio para la aplicación de actividades semejantes en contextos diferentes.

Un trabajo más, es el propuesto por Pérez, Álvarez y Lillo (2010) quienes realizan una recopilación de las experiencias de Fray Martín Sarmiento, en la enseñanza de la astronomía y de la matemática, convirtiéndose en un importante referente metodológico y epistemológico sobre el tema.

2.4. REA para la astronomía y las matemáticas

Algunos REA que han aprovechado el amplio marco teórico derivado de la investigación astronómica, permiten a estudiantes y docentes obtener información de manera intuitiva e inmediata (distancias, radios de cuerpos celestes, posición celeste, simulaciones de movimientos de astros, etc.). Estos recursos, por su interactividad y

facilidad de manejo, son un soporte fundamental para el estudio de la astronomía, pero podrían evaluarse también sus implicaciones en el aprendizaje de las matemáticas.

Dos ejemplos de estos REA los constituyen *Stellarium* y *Planetario*. El primero es un programa de código abierto que permite simular un cielo realista en 3D, con posibilidades de hacer acercamientos y con un marco amplio de información sobre el firmamento nocturno. *Planetario* (o *Planetarium*), es una aplicación más simple que trabaja con los navegadores tradicionales y representa un mapa celeste y sin posibilidades de acercamiento. Ambos recursos son sumamente intuitivos.

Algunas investigaciones que ejemplifican el uso de recursos tecnológicos para el estudio de la astronomía, las constituyen el trabajo de Bell y Garofalo (2003) y Barnett, Yamagata-Lynch, Keating, Barab y Hay (2005). Los dos primeros autores realizan una experiencia para la enseñanza de las fases de la luna partiendo de *Starry Nighth*, un programa no gratuito, que permite reproducir diversas simulaciones del cielo nocturno, encontrando un importante potencial en este tipo de recursos para la instrucción en astronomía.

Sus antecedentes parten del hecho de que aunque el cambio de las fases de la luna se constituya en uno de los más notorios y familiares fenómenos, también es el menos comprendido, derivando en concepciones alternativas que deben ser objeto de estudio. Como propósito de su publicación, buscan exponer un grupo de estrategias para utilizar el programa y ayudar a los estudiantes a explicar mejor las fases de la luna. La problemática se centra en la imposibilidad que los y las docentes tienen para esperar dos meses en tanto la luna cambia sus fases y poder explicar de manera experimental el fenómeno, situación que puede ser resuelta con el *Starry Night*. Entre las conclusiones de su trabajo se encuentran que los planetarios virtuales tienen un gran potencial para la enseñanza de la

astronomía, facilitando la observación de los fenómenos, tratando de manera concreta los conceptos; pueden ser usados para contrastar observaciones y supuestos cuando éstas parten de situaciones reales.

Por su parte, Barnett, Yamagata-Lynch, Keating, Barab y Hay (2005), utilizan simulaciones en tres dimensiones del sistema solar, para evaluar el desarrollo de conceptos en estudiantes sobre varios fenómenos astronómicos. La metodología de esta investigación, de carácter cualitativo, permitió a los investigadores demostrar que las simulaciones por medio de computadores facilitan a los estudiantes aprender los conceptos de astronomía que requieren modificar concepciones alternativas o perspectivas previas, especialmente cuando se busca entender representación de 3D en tanto se han abordado de manera exclusiva desde un punto de vista en 2D.

Ambas investigaciones permitieron establecer un marco conceptual básico para este proyecto, en tanto orientaron reflexiones sobre este tipo de recursos, pero además porque abrieron un abanico de posibilidades didácticas que implican su uso en el aula.

En el marco de la matemática hay un abanico más amplio de REA, que si bien fueron diseñados para el abordaje de conceptos y procedimientos matemáticos (*GeoGebra*, *RyC*, *Proyecto Descartes*, por ejemplo), abren posibilidades para el estudio de la astronomía, dado que permiten realizar construcciones geométricas complejas y analizar datos de manera efectiva. Estas posibilidades derivaron a su vez en un nuevo campo de indagación que sugiere la evaluación de su utilidad para la profundización de la astronomía.

2.5. Síntesis del capítulo 2

Los aspectos presentados en este capítulo constituyen la base teórica para sustentar el planteamiento del problema y un referente para el análisis de resultados. Se aclararon

algunos aspectos sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación media superior, partiendo del análisis de las causas de la desmotivación y el fracaso evidenciados en el primer capítulo, para llegar a retos actuales en relación a la enseñanza y al aprendizaje de las matemáticas y sobre el impacto de las nuevas tecnologías de la información en el aula de matemáticas. Se aclaró qué se entiende aquí por aprendizaje de las matemáticas en contexto, que resultó ser el constructo principal de esta investigación. Se presentaron también las potencialidades de la astronomía en el aula, abordando para ello tres subtemas: el aprendizaje en contexto y su relación con el aprendizaje situado y la resolución de problemas, el aprendizaje de la astronomía en el marco de las matemáticas y los REA para la astronomía y las matemáticas. Se abordaron asimismo las investigaciones relacionadas con el tema de estudio, para sustentar mejor los procesos de intervención propuestos para el trabajo de campo y que llevarán al análisis y tratamiento de datos.

Capítulo 3. Metodología

Por el carácter de las preguntas, los objetivos y los supuestos que se han explicado en las secciones anteriores, el paradigma que mejor se articuló a esta investigación es el de carácter cualitativo; en este capítulo se presentarán los argumentos que explican esta escogencia, a medida que se aclaran las características que permitieron definirlo. En el marco de este paradigma, se explicará el método de investigación acción educativa como el que mejor respondió a estos referentes y a la vez a los propósitos de esta tesis; aspecto que será tratado en la primera sección. En la sección siguiente se explicará la selección de participantes, ampliando sus características y las de la institución en la que se desarrolló la investigación. En la siguiente sección se exponen los instrumentos que sirvieron para recoger los datos y se explicará la pertinencia que éstos tuvieron para alcanzar los objetivos propuestos. Se presenta posteriormente cómo estos instrumentos fueron aplicados, describiendo además los talleres que sirvieron de contexto. En la última sección se explicarán las estrategias partiendo de las cuales se realizó el análisis de la información recabada.

3.1. Método de investigación

El paradigma cualitativo integró de manera clara y coherente los propósitos de esta investigación, pues permitió reconocer la complejidad de la realidad a estudiar y la insuficiencia de procesos de cuantificación, en tanto primaron las interpretaciones y significados de los sujetos participantes y del docente investigador.

Para este paradigma los fenómenos sociales recrean una realidad que es resultado de las interacciones de los sujetos y se rige por leyes sociales, estructuralmente diferentes a las

leyes naturales; centra su estudio en los significados de las acciones, lo que implica penetrar en el mundo personal de los sujetos y se pregunta por la forma en que interpretan la realidad, qué significa para ellos y cuáles son sus intenciones (esto determina su carácter naturalista e interpretativo); el conocimiento, por tanto, es una construcción social representada simbólicamente por los sujetos y de esta manera los resultados de la investigación son la relación de significados a través de la interacción entre la persona que investiga y la persona investigada (Bonilla y Rodríguez, 1997; Hernández, Fernández y Baptista, 2006; Valenzuela y Flores, 2011 y Sagastizabal y Perlo, 1999).

Por todo ello, el docente investigador fue parte central de las interacciones. Esto respondió a que en la perspectiva cualitativa “el investigador se introduce en las experiencias individuales de los participantes y construye el conocimiento, siempre consciente de que es parte del fenómeno estudiado” (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 9).

Dado que el propósito de esta investigación buscó indagar las implicaciones que tienen la astronomía y el sistema meteorológico en la enseñanza en contexto de las matemáticas, se estudiaron los significados otorgados por estos sujetos frente a una realidad específica durante la implementación de talleres fundamentados en dichas áreas teóricas y en dicha asignatura curricular.

El interés de esta investigación, como se ha expresado en párrafos anteriores, no estuvo enfocado en la contrastación con otra realidad (enfoque más propio de un paradigma cuantitativo o mixto), que permitiera el control de múltiples variables, especialmente por el carácter de la población escogida y por el carácter de los talleres que se implementaron. Lo anterior responde a que la perspectiva cuantitativa permite abordar el análisis de lo social para establecer cómo es la forma (aspecto que no resultó propósito de esta investigación),

mientras la cualitativa pretende indagar por qué lo social toma esa forma (Bonilla y Rodríguez, 1997). Todo esto quiere decir que la realidad específica a estudiar presentó unas características difícilmente reproducibles en otros contextos académicos y educativos institucionalizados. Estas características, sin embargo, no restaron relevancia a los posibles resultados y reflexiones que se obtuvieron a partir de las significaciones dadas por los participantes; al contrario, fueron un referente para la implementación de prácticas relacionadas y para la reflexión sobre la enseñanza de las matemáticas, de la astronomía y de las ciencias naturales.

En los antecedentes y en el marco teórico se profundizó sobre la evidente desmotivación y fracaso frente a las matemáticas y se identificaron ambos aspectos como centro de los antecedentes y de los retos para la enseñanza y el aprendizaje de esta asignatura. Aspectos como estos fueron más fácilmente abordables desde un paradigma cualitativo de carácter fenomenológico en tanto primaron los significados y las percepciones de los sujetos participantes para obtener reflexiones útiles que puedan enmarcar futuras intervenciones de aula que partan de la astronomía.

Cuando se menciona el carácter fenomenológico de esta investigación se está reconociendo el énfasis dado a los aspectos subjetivos:

A través de la metodología fenomenológica, se pretende entrar en el mundo interno de los informantes y de esta manera comprender el qué y el cómo de los significados que estos construyen alrededor de los eventos o acontecimientos de su vida cotidiana (Valenzuela y Flores, 2011, p.41).

Otro aspecto que justificó la escogencia metodológica para esta investigación es que las perspectivas cualitativas “se fundamentan más en un proceso inductivo (explorar y describir y luego generar perspectivas teóricas)” (Hernández, Fernández y Baptista, 2006,

p.8); esto es, se pretendió analizar una realidad concreta para derivar reflexiones que sirvieran de base para la implementación de prácticas educativas alternativas.

Es por ello que el método que mejor respondió a todos estos referentes e intereses correspondió a la investigación-acción educativa, pues además de establecer un marco para la reflexión se esperaba resolver problemas cotidianos y enfocar mejoras a las prácticas en el Colombo Francés, específicamente enriquecer el eje curricular denominado Hábitat y sistema meteorológico. El propósito de este método está centrado en obtener información para tomar decisiones que permitan enriquecer las acciones; parte de la observación de un problema, su análisis e interpretación para llegar a la resolución del mismo o a la implementación de mejoras y, además, el investigador es el propio docente que busca transformar su práctica (Hernández, Fernández y Baptista, 2006 y Sagastizabal y Perlo, 1999).

Aunque algunos autores ubican este método de manera directa con el paradigma socio-crítico (por ejemplo Valenzuela, 2011), en esta investigación se recogió la perspectiva de Sagastizabal y Perlo (1999), quienes lo enmarcan de manera directa en la perspectiva cualitativa y especialmente enfocado a las realidades educativas, tipo de contexto que encuadraba las problemáticas aquí planteadas.

Para la implementación de esta investigación se contó con las siguientes fases de trabajo:

- Diseño de la investigación y de los talleres, consistente en la fundamentación teórica, la planeación de talleres y el diseño de instrumentos para la recolección de información.
- Petición de participación a los estudiantes y presentación del proyecto.

- Implementación de talleres y de instrumentos para la recolección de la información, por medio de sesiones de una y de dos horas. En cada taller se aplicaron los instrumentos correspondientes: observación participante y no participante, diarios de campo de observadores externos y del docente orientador, análisis de bitácoras de estudiantes y entrevistas.
- Organización y análisis de la información. Con los datos recogidos, se realizó el análisis de la información, que implicaba una previa organización de la misma; dicho análisis se hizo según categorías con sus indicadores y que fueron previamente propuestas (aprendizaje en contexto de las matemáticas, astronomía para el aprendizaje, REA frente al aprendizaje) e indicadores y esquemas que surgieron de los datos mismos (importancia de la intencionalidad, “nos estamos saliendo del tema”).
- Realización de informe y resultados. Partiendo de los resultados del análisis se realizó el informe de la investigación.
- Devolución de la información a la institución. Se realizaron socializaciones en el Colombo Francés sobre los hallazgos de la investigación con el interés de presentar una devolución de los mismos y también a manera de triangulación.
- Conformación del club de astronomía en el colegio, según los hallazgos de la investigación y determinación de perspectivas y posibles rutas de trabajo.
- Comunicación de resultados en el Encuentro de maestros en didáctica de la astronomía “Un aula entre las estrellas” llevado a cabo el 4, 5 y 6 de julio de 2013, organizado por el Parque Explora y el Planetario de Medellín (Ver apéndice J).

3.2. Participantes en el estudio

Contando con que en las indagaciones cualitativas no se pretende “generalizar de manera probabilística los resultados a poblaciones más amplias ni necesariamente obtener muestras representativas” (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p.9), se decidió contar con la participación de 30 estudiantes, de sexo masculino y femenino, pertenecientes al grado décimo del Colegio Colombo Francés. Estos chicos y chicas pertenecen a los estratos socioeconómicos 3,4 y 5 (en una escala de 0 a 6 establecida por el Estado Colombiano), lo que les ubica en un nivel medio y alto. Sus edades oscilaban entre los 16 y 17 años.

El Colegio Colombo Francés es una institución educativa de carácter privado, ubicada en el Municipio de la Estrella, en el departamento de Antioquia, Colombia. Esta institución atiende estudiantes principalmente de niveles socioeconómicos medios y altos. Para efectos de esta investigación se logró la aprobación para su desarrollo, por medio de una solicitud escrita en la que se explicaba en términos generales las características del proyecto (Ver apéndice H).

La selección de participantes se hizo bajo el criterio de conveniencia (Valenzuela y Flores, 2011), pues dado que el docente investigador ha tenido experiencias formativas diversas en el colegio y actualmente aborda el curso de matemáticas del grado, se presentaron posibilidades y facilidades para la intervención.

De este grupo se escogieron dos estudiantes, identificados como unidades de análisis de variación máxima, es decir, según Valenzuela y Flores (2011), chicas que representaron características variadas o posturas contrastantes frente a los resultados, para realizar las entrevistas a profundidad: una de ellas que realizó un trabajo concienzudo, con profundo registro de la actividad y motivación, según sus bitácoras (ver apéndice K, entrevista individual 2); la otra chica fue la representación de quienes cumplieron medianamente con

los propósitos de los talleres, mostraron desmotivación o dispersión (ver apéndice K, entrevista individual 1). Para una entrevista grupal se escogió un grupo de 6 estudiantes (ver apéndice K, entrevista grupal), escogidos según criterios similares.

3.3. Instrumentos de recolección de datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006), en la investigación cualitativa la recolección de los datos pretende ahondar en perspectivas y puntos de vista de los sujetos, profundizando en sus emociones, en la manera cómo ven sus experiencias, los significados que otorgan a su realidad y otros aspectos subjetivos; estos presupuestos sitúan al investigador como uno de los principales instrumentos de investigación (Woods, 1998), pues su perspicacia permite la amplitud o estrechez de los datos. También Hernández, Fernández y Baptista (2006) explican que el sujeto que investiga desde una perspectiva cualitativa debe buscar realizar preguntas a cuestiones generales y que tengan un carácter abierto, que partan del lenguaje escrito, verbal y no verbal y que busquen la descripción a partir de temas amplios de interés según sus preguntas: “los datos cualitativos son descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones” (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p.8).

Estas explicaciones llevaron a establecer como instrumentos para la recolección de la información los siguientes:

- La observación participante, que plantea la participación activa del investigador en las experiencias del grupo. El investigador actúa sobre el medio y al mismo tiempo recibe la acción del medio (Woods, 1995). Este instrumento comprendió el registro de manera sistemática (Marshall y Rosman, 1999, citado por Valenzuela y Flores, 2011) y estuvo apoyado por el diario de campo (ver apéndice B). El docente tomaba ocasionales

apuntes, a manera de palabras clave, durante el desarrollo de las sesiones y justo después de la sesión realizaba una transcripción más amplia de sus observaciones (ver apéndice L, ejemplo de diario del docente orientador).

- La observación no participante o pasiva, realizada con el apoyo de un docente o sujeto como agente externo. Se realizó también un ejercicio de observación, pero esta de carácter pasivo (Valenzuela y Flores, 2011) sin la intervención en las dinámicas grupales. Esta observación cumplió los mismos propósitos de la observación participante, pero ésta vez procurando no intervenir en las situaciones del aula. Ambos tipos de observaciones contaron con un *checklist* para su orientación (ver apéndice A). Dos agentes externos apoyaron la observación no participante, cada uno en secciones diferentes: el observador 1 en siete encuentros y el observador 2 en sólo uno (ver en apéndice L ejemplos de la observación no participante). Aunque se procuró que su participación en el aula fuera nula, aunque no fue posible que los estudiantes dejaran de notar su presencia.
- El diario de campo, consistente en notas en forma de apuntes realizados durante las jornadas de investigación y notas más extensas escritas con posterioridad. Sirvió para llevar un registro de las observaciones, recoger las percepciones del docente, especulaciones para posteriores análisis y nuevas preguntas surgidas de la experiencia (ver apéndice B y apéndice L).
- Entrevistas. Estas describieron las visiones de los y las estudiantes, aunque se entendieron más bien como “una construcción de significados entre el investigador y el participante, y no sólo de este último” (Valenzuela y Flores, 2011). Ésta fueron semiestructuradas, es decir, partieron de una guía con algunas preguntas estructuradas y

no estructuradas que se utilizaron de manera flexible y en un orden dependiente de los criterios del investigador. Se realizó también una entrevista grupal con todos los participantes (ver apéndice C y sus transcripciones en el apéndice K).

- Análisis de bitácoras. Los chicos y chicas realizaron algunas bitácoras de sus experiencias en los talleres; éstas permitieron recoger y contrastar con otros instrumentos de manera específica el nivel de aprendizaje. Las bitácoras fueron un medio de registro personal y las características de su diseño dependieron de cada participante.

Para el diseño de estos instrumentos se partió de un grupo de categorías o constructos que se organizaron en un cuadro de triple entrada, que se muestra de manera amplia en el apéndice D. Una tabla de triple entrada es un organizador de información explicado por Ramírez (2009) que consiste en categorías amplias de análisis derivadas de los supuestos, la literatura, las preguntas y los objetivos de investigación. Cada categoría enmarcó unos indicadores que a su vez orientan preguntas específicas, que buscan dar respuesta y amplitud a dichos indicadores y categorías. Estas preguntas establecen el referente para la construcción de fuentes e instrumentos para la recolección de la información. Las categorías construidas partiendo de este cuadro de triple entrada fueron las siguientes:

- Aprendizaje en contexto de las matemáticas, que se compone de los indicadores: motivación e interés, resultados de los procesos de aprendizaje y estilos de aprendizaje y potencialidades diversas de los estudiantes.
- Aportes de la astronomía y del sistema meteorológico sobre el aprendizaje, compuesta por: comparación entre talleres y aula y relevancia para el aprendizaje de las matemáticas.

- Los REA frente al aprendizaje, cuyos indicadores son: Complementariedad en tipos de REA, REA para el aprendizaje en contexto y REA frente a la motivación.

3.4 Aplicación de instrumentos

Como contexto para la aplicación de los instrumentos se implementaron dos talleres relacionados con la astronomía, la meteorología y las matemáticas, cuyas planeaciones describieron propósitos, descripción de las actividades y tiempo para su implementación (ver apéndice E). Algunas de las actividades, especialmente aquellas que implicaron el manejo de REA, contaron con algunas guías de trabajo para que los estudiantes, en equipo o de manera individual, desarrollaran autónomamente las actividades (ver apéndice F).

El primer taller, denominado “Diseño de observatorio solar con regla y compás”, tuvo como propósitos reconocer el proceso de construcción de un observatorio solar y explorar el uso de la regla y del compás para la traslación de la línea norte-sur (o construcción de una línea paralela a otra dada y que pase por un punto dado). El problema que situó el aprendizaje en contexto para este taller fue trasladar la línea norte-sur de un observatorio existente en el colegio a una nueva posición, debido a que la sombra de un árbol está cubriendo gran parte de la superficie para la observación de la sombra del gnomon. El taller comenzó con una conversación en equipo de trabajo, de no más de tres integrantes, para determinar por qué es más efectivo el uso de regla y compás para trasladar dicha línea. Partiendo de una guía de trabajo (ver apéndice F), en la que se propusieron algunas construcciones básicas con regla y compás (construcción de un triángulo equilátero, por ejemplo), cada equipo debió proponer un procedimiento para realizar la tarea propuesta.

El segundo taller, “Nuestra posición en el mundo y en el universo”, tuvo como propósitos analizar los movimientos terrestres tomando como referente las observaciones

cotidianas del Sol y de los cambios climáticos, diferenciar las características y causas de los solsticios y equinoccios, relacionar la influencia que tienen el Sol y los movimientos terrestres con los cambios percibidos en la atmósfera (periodos de lluvia y sequía, estaciones, temperaturas, etc.) y comprender los sistemas de posicionamiento global, los husos horarios y la división geográfica del planeta. Para ello, partiendo de una guía de trabajo, se exploraron los movimientos terrestres haciendo uso del globo terráqueo y del *Google Earth*. La actividad fue realizada por pequeños grupos de trabajo y se realizaron ocasionales socializaciones y orientaciones por parte del docente. Explorando el globo terráqueo se identificaron con chicos y chicas los diferentes continentes y océanos. Después de identificarlos, siguiendo una guía de trabajo, se analizó el sistema de posicionamiento global y se realizaron algunas prácticas para ubicar diversos puntos de la tierra. Se realizó una confirmación de los puntos hallados usando el *Google Earth*. Como resultado de la exploración realizada se dedujo con los chicos y chicas la comprensión de los husos horarios.

Las observaciones participantes, implementadas durante los talleres, fueron realizadas por el docente investigador con pequeñas notas durante las sesiones de trabajo y una ampliación de las mismas justo después de las sesiones. En el caso de las observaciones no participantes se contó con un docente o con un agente externo a la institución.

Las entrevistas se realizaron al final de la implementación de los talleres. Los chicos y chicas seleccionados para estas entrevistas, según se explicó en la sección “participantes del estudio”, fueron avisados previamente y sólo se les realizaron las preguntas en caso de estar completamente de acuerdo. Para la entrevista grupal, se reunió al grupo en una última sesión y se medió la participación de todos. Cada entrevista fue registrada en audio y posteriormente transcrita (ver apéndice K).

Las bitácoras fueron realizadas según las preferencias personales de cada chico y chica y sólo contaron con algunas indicaciones básicas del docente, orientadas principalmente a la motivación para personalizarla, para registrar aquellos aspectos que hayan quedado claros durante los talleres, las preguntas que surgen y demás aspectos que cada estudiante encontrara de interés.

3.5 Estrategia para el análisis de datos

Como se ha dado a entender en esta investigación, el foco de atención estuvo puesto en los significados e interpretaciones de los sujetos participantes. Esto implicó que el interés estuviera puesto en la búsqueda de patrones, unidades de análisis o bloques de información con sentido: el enfoque cualitativo “se basa en métodos de recolección de datos no estandarizados. No se efectúa una medición numérica, por lo cual el análisis no es estadístico” (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p.8).

El primer paso para el análisis consistió en la transcripción y conversión de la información en material escrito (Ver apéndices K y L). Después de una lectura cuidadosa de las entrevistas, los diarios de campo (registros de observación), las pruebas y bitácoras, se organizó toda la información de manera sistemática por medio de las categorías e indicadores previamente establecidos o que surgieron de los datos mismos, como corresponde al enfoque cualitativo (Valenzuela y Flores, 2011). Esta etapa de categorización consistió en la realización de un fraccionamiento de la información, como lo explican Bonilla y Rodríguez (1997), derivando subconjuntos y asignándoles un nombre, con la intención de ordenar de una manera coherente, completa, lógica y sucinta la información (Woods, 1995). En el caso de esta investigación se realizó este ordenamiento por medio de un mapa mental, que dada su amplitud y extensión no es posible mostrar de

manera completa y clara en el formato de esta tesis, pero que se presenta de manera fragmentada en la exposición de los resultados en la sección siguiente.

Dichas categorías fueron analizadas de acuerdo con sus recurrencias y validadas en conformidad con las fuentes o instrumentos en que fueron identificadas, a manera de triangulación (ver tabla 1); de esta manera, algunas categorías adquirieron significado más consensuado en tanto fueron reportadas en, por ejemplo, un diario y una entrevista, o bien en diarios, notas de observaciones y entrevistas. Otras categorías, por su parte, sólo se reportaron en un diario o en una entrevista o en unas notas de observaciones, o bien presentaron una recurrencia insignificante; su valor, sin embargo, no fue desconocido, pues dichas categorías se convirtieron en nuevas preguntas de investigación (que se exponen en el capítulo 5) o fundamento para nuevas reflexiones en torno al tema abordado, tanto en el marco de otros ejercicios investigativos como en diversas consideraciones didácticas. Este tipo de validación es lo que Ramírez (2011b) ha denominado validación de tipo metodológica.

En su gran mayoría, las categorías fueron de tipo deductivo o *etic*, derivadas de las percepciones del docente investigador según las preguntas planteadas, los supuestos y objetivos (que han sido explicitadas en la sesión anterior), y sólo algunas fueron de tipo inductivo o *emic*, surgidas de las voces de los participantes.

Las categorías se establecieron en niveles de generalidad diferentes. Algunas categorías presentaron un carácter sensibilizador mientras otras (la gran mayoría) presentaron un carácter descriptivo:

Las categorías descriptivas son las que se organizan en torno a rasgos comunes tal como son observados o representados por primera vez. Las categorías sensibilizadoras son más generalizadas, pues se concentran en las características comunes entre un abanico de categorías descriptivas (Woods, 1995).

Para facilitar este proceso de análisis se contó con el apoyo del plugin de *Mozilla Firefox* llamado *Libertexto*. Este recurso fue originalmente pensado para la lectura y análisis de documentos, con posibilidades de subrayar y resaltar secciones de los mismos y de generar mapas mentales asociados en *FreeMind*, que es otro recurso informático. Las potencialidades de *Libertexto* consistieron en la posibilidad de separar rápidamente los bloques de información de los datos y generar las categorías a cada uno y luego poder establecer relaciones entre estos usando el *FreeMind*; además, estos programas permitieron ir rápidamente a la información y a la fuente de donde ésta fue extraída. Aunque no arrojan una recurrencia de los datos, ésta es fácilmente deducible de la biblioteca de *Libertexto* o bien de la cantidad de categorías identificadas en el *FreeMind*.

3.6. Síntesis del capítulo 3

Los aspectos presentados en este capítulo constituyeron la base metodológica para el desarrollo de la investigación y la adecuada recolección y análisis de la información. Se presentó el paradigma cualitativo como escogencia más pertinente y la investigación acción-educativa como método, pues atendieron mejor a la pregunta, los propósitos y las características de la experiencia que se implementó. Se describen también los participantes del estudio y sus características, especialmente en relación con el contexto del Colegio Colombo Francés. Se realiza una explicación amplia de los instrumentos para recoger la información (observaciones, diarios de campo, entrevistas, pruebas y análisis de bitácoras) y la manera en que se aplicaron. Finalmente se describe ampliamente la manera en que se analizó la información, con base en categorías *étic* y *émic*, de carácter sensibilizador o descriptivo y con apoyo de un programa para facilitar dicho proceso.

Capítulo 4. Análisis de resultados

Como resultado del proceso de recolección, sistematización y organización de la información que, según se explicó en el capítulo anterior, se realizó por medio de una categorización usando *Libertexto* y su posterior esquematización usando el programa *Freemind* (ver figura 1), en el presente capítulo se realizará una presentación de los datos y hallazgos así como su análisis e interpretación. Para una mejor comprensión del ordenamiento dado a los datos, en la primera sección, que consistirá exclusivamente en la presentación de los mismos, se ha propuesto una serie de esquemas con nodos enlazados; cada nodo contiene una categoría o un indicador según lo expuesto en la tabla de triple entrada (apéndice D) que a su vez puede contener esquemas de menor generalidad que extendidos completamente llevan a los datos brutos obtenidos de entrevistas u observaciones. En este mapa de categorías, indicadores y esquemas se establecieron algunos enlaces que permitieran relacionar los datos y que aparecerán como líneas de colores punteadas (para el caso de enlaces entre nodos no visibles) o continuas (enlaces entre nodos visibles). El agrupamiento que aquí se propone para estos indicadores y categorías obedece a una organización según sus niveles de generalidad y recurrencia en los datos, siendo el primer indicador (de arriba hacia abajo) el más recurrente y el último el de menor recurrencia. En general, para la presentación de los datos en este capítulo, se explicarán primero las categorías, indicadores y demás esquemas según el mismo criterio, es decir, su nivel de recurrencia. Esta organización se explica en la tabla 1, en la que se exponen las categorías, indicadores y esquemas específicos, seguidos del número y porcentaje de datos o unidades de información que se asociaron con cada una de ellas.

En la segunda y última sección de este capítulo se realiza una interpretación de estos datos a manera de resultados obtenidos en la investigación.

Figura 1. Mapa obtenido durante el análisis y organización de la información hasta el segundo nivel de generalidad.

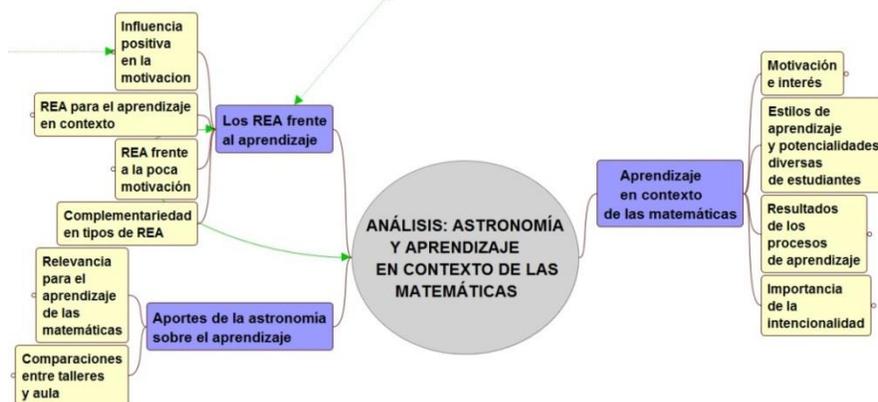


Tabla 1. Recurrencias de categorías, indicadores y esquemas de menor generalidad obtenidos durante el agrupamiento de la información

Categoría	Indicadores	Esquemas de menor generalidad	Total de datos en esquemas	Total de datos en el indicador	Total de datos en la categoría
Aprendizaje en contexto de las matemáticas	Motivación e interés	Situaciones de dispersión	71 (32,9%)	107 (49,5%)	150 (69,4%)
		Situaciones de interés y disposición	20 (9,3%)		
		Nos estamos saliendo del tema	7 (3,2%)		
		Situaciones de desconfianza	4 (1,9%)		
		Implicaciones en la motivación	4 (1,9%)		
		Datos sin esquema	1 (0,5%)		
	Estilos de aprendizaje	Dificultades con guías de trabajo	8 (3,7%)	24 (11,1%)	
		Situaciones negativas frente al trabajo en grupo	5 (2,3%)		
		Situaciones positivas frente al trabajo en grupo	4 (1,9%)		
		Rechazo frente a actividades de construcción	2 (0,9%)		
		Necesidad de más procesos de construcción	3 (1,4%)		
		Datos sin esquema	2 (0,9%)		
	Resultados de procesos de aprendizaje	Habilidades de pensamiento	8 (3,7%)	13 (6,0%)	
		Construcción de conocimiento	3 (1,4%)		
		De lo concreto a lo conceptual	2 (0,9%)		
Importancia de la intencionalidad	Datos sin esquema	6 (2,8%)	6 (2,8%)		

Astronomía para el aprendizaje	Relevancia para el aprendizaje de las matemáticas	Planteamiento de problemas	25 (11,6%)	34 (15,8%)	49 (22,7%)
		Fundamento en lo concreto	4 (1,9%)		
		Cambio en concepciones alternativas	2 (0,9%)		
		Datos sin esquema	3 (1,4%)		
	Comparaciones entre talleres y aula	Aprendizaje mecánico o significativo	4 (1,9%)	15 (6,9%)	
		Uso de guías de trabajo	4 (1,9%)		
		Posibilidades de experimentar	3 (1,4%)		
		Frente a la motivación	2 (0,9%)		
Frente al trabajo en grupo		2 (0,9%)			
REA frente al aprendizaje	Influencia positiva en la motivación	Motivación e interés	10 (4,6%)	13 (6,0%)	17 (7,9%)
		Potencialidades de la imagen	3 (1,4%)		
	REA frente a la poca motivación	Datos sin esquema	2 (0,9%)	2 (0,9%)	
	REA para el aprendizaje en contexto	Datos sin esquema	2 (0,9%)	2 (0,9%)	
	Complementariedad entre REA	Datos sin esquema	0 (0%)	0 (0%)	

4.1. Presentación de datos obtenidos

4.1.1. Datos referidos al aprendizaje en contexto de las matemáticas. Según se explicó en el capítulo anterior y de acuerdo con la estructura de la tabla de triple entrada (apéndice D), dentro de la categoría “Aprendizaje en contexto de las matemáticas” se propusieron tres indicadores (Motivación e interés, Estilos de aprendizaje y potencialidades diversas de estudiantes y Resultados en los procesos de aprendizaje); sin embargo, la aplicación de los instrumentos arrojó un indicador más que ameritaba ser separado de los que inicialmente se habían propuesto, conservando no obstante su relación con la misma categoría. En el proceso de análisis, dicho indicador se llamó “Importancia de la intencionalidad”, que será explicado en esta sesión según los datos y tal y como se hará con los indicadores previamente establecidos (ver figura 1 y tabla 1).

4.1.1.1. Motivación e interés por los talleres implementados. El indicador “motivación e interés” resultó ser el que más cantidad de datos recogió durante el proceso de análisis y organización de la información por medio del *Libertexto* y del *Freemind*; es decir, este indicador resultó ser el más recurrente en todos los instrumentos aplicados, aún en preguntas que estaban orientadas a otras categorías.

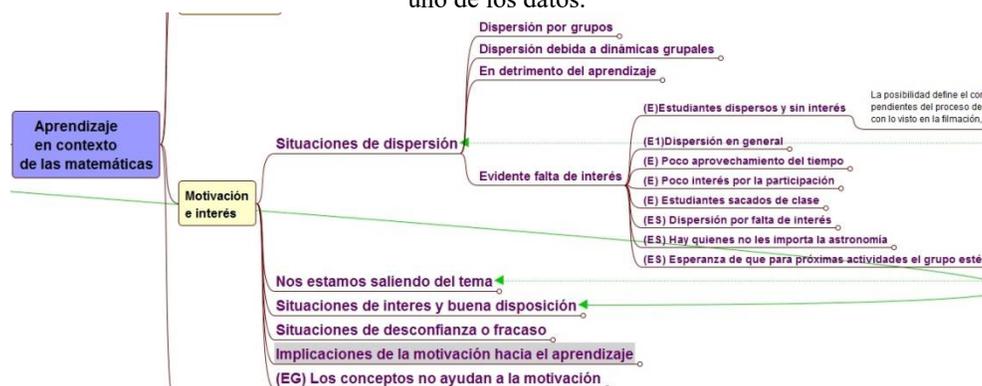
Debido a la gran cantidad de datos y con la intención de organizarlos de manera comprensible y útil, éstos se agruparon en cinco esquemas de menor generalidad, categorizados todos según supuestos *étic* (según la interpretación del investigador), a excepción de uno que partió de supuestos de carácter *émic* (recogido de las palabras de estudiantes participantes y que será encerrado entre comillas): a) Situaciones de dispersión, b) “Nos estamos saliendo del tema”, c) Situaciones de interés y buena disposición, d) Situaciones de desconfianza o fracaso y e) Implicaciones de la motivación hacia el aprendizaje (ver el esquema obtenido en la figura 2, hasta el último nivel de generalidad para el caso de un dato).

Frente a las situaciones de dispersión referidas en los datos obtenidos, es necesario resaltar que éstos se dedujeron reiteradamente de las entrevistas (grupal e individuales), en los diarios de campo (observación participante y no participante) y de la evaluación de las bitácoras que realizaron los estudiantes, lo que otorga un grado importante de significatividad a esta unidad de información. Las situaciones de dispersión se evidenciaron, principalmente, en los procesos de interacción de los pequeños grupos de trabajo (que durante los talleres fueron conformados por dos o tres estudiantes). En las observaciones participantes y no participantes se sugieren situaciones en las que además de hacerse evidente el desinterés de algunos equipos, los y las estudiantes manipulaban

dispositivos móviles, no realizaban llamados al docente para recibir asesoría en su trabajo y obtenían insignificantes productos durante las sesiones.

La dispersión por grupos se evidenció en aquellas afirmaciones o registros en diarios y observaciones en los que se refería el comportamiento diferenciado en los pequeños equipos de trabajo. En dichas observaciones podían encontrarse afirmaciones como “cuatro grupos se encuentran realizando la actividad”, “sólo cuatro de los diez grupos son conformados y se presentan dispuestos a realizar la tarea” o “la motivación se evidencia y se mantiene en tres o cuatro estudiantes y los demás permanecen distraídos”; en general, se exponen situaciones en las que pocos grupos o poco más de la mitad, realizan de manera juiciosa la actividad propuesta.

Figura 2. Mapa extendido para el indicador “motivación e interés” hasta su último nivel de generalidad en uno de los datos.



Éstos índices de dispersión, además de clasificarse de manera diferenciada en las dinámicas de cada pequeño equipo, también se anotaron en las dinámicas del grupo en total. En el primer caso, es decir, en las dinámicas de los pequeños grupos, se presentaron algunas situaciones en las que estudiantes quisieron cambiar de grupo afirmando un alto índice de dispersión en el que venían trabajando. En otras ocasiones los estudiantes perdían la concentración por tratarse de situaciones problema que exigían la construcción del conocimiento de manera autónoma. En la entrevista grupal los mismos estudiantes

expresaron que este tipo de trabajo en pequeñas mesas de discusión generaba más dispersión: “el estar reunidos con los grupos (...), hace que uno se disperse más y se desinterese, hablando de otras cosas y así. Entonces se puede trabajar así, pero normal, sin estar ahí con el grupo”.

En el caso de situaciones de dispersión en la totalidad del grupo, fueron notorias las dificultades (de tiempo, de orden y de disposición de escucha) para comenzar la actividad, para entregar la guía y proponer las instrucciones para su desarrollo o para mantener la atención y la concentración durante la sesión. En las entrevistas surgieron por ejemplo afirmaciones como “los compañeros no dejan ver clase” o “el salón estaba muy disperso”. En las observaciones, tanto de carácter participativo como no participativo, se expuso que muchas de estas situaciones de dispersión se constituían en una dificultad institucional, debido a las características de los periodos académicos (por ejemplo en situación de cierre de año escolar o de inicio de clases), días de disfraces para la recolección de fondos o bien a situaciones asociadas con gestión de aula, para garantizar el nivel de escucha requerido o para mantener en disposición suficiente el ambiente escolar.

Principalmente en entrevistas individuales y en el diario de observación participante, se encontraron reiterativas situaciones u opiniones explícitas que sugerían que estas condiciones de dispersión durante las sesiones de trabajo afectaban de manera significativa el aprendizaje, tanto de estudiantes que participaban de las situaciones de dispersión como la de aquellos que estaban interesados en las actividades: “yo soy una de las que me gusta eso porque toda la vida me ha llamado la atención y mi papá no sabe nada de estrellas, pero lo que sabe me lo enseña, entonces toda la vida me ha gustado eso. Entonces yo era de las que intentaba poner atención pero como los otros compañeros hablaban, entonces uno no se concentraba en la clase”, “(...) unos que son como renuentes a ciertas materias..., entonces

por ejemplo hay unos a los que no les interesa y no les va interesar nunca, entonces estancan el proceso de otros que sí quieren” (testimonios de estudiantes entrevistadas). Además de la falta de interés y su impacto en los aprendizajes, se categorizaron también bloques de información que se referían al poco aprovechamiento del tiempo y al poco nivel de participación.

Respecto de la categoría *emic* “Nos estamos saliendo del tema”, se hizo notoria una preocupación por varios integrantes del grupo, debida a que, según ellos, se estaban atrasando en el abordaje de temas específicos del grado. Estos chicos expresaban su preocupación con afirmaciones relacionadas con el “poco avance”, “pérdida de tiempo”, “atraso”, “poco abarcamiento de temas”, etc. Por ejemplo una estudiante expresó: “no me llamaban la atención [los talleres], estamos perdiendo temas de matemáticas, y se supone que décimo y once son los grados más duros de las matemáticas, porque empezamos a ver muchos temas nuevos”. Ante esta preocupación, el docente se vio en la necesidad de exponer los temas propuestos en los estándares nacionales, intervenir ocasionalmente para tranquilizar al grupo frente al supuesto desfase y al final del proceso resaltar cómo los mismos estudiantes que antes realizaron estas afirmaciones encontraban sentido al tratamiento de los problemas astronómicos y meteorológicos para el abordaje de temas específicos del grado.

En contraste con todo lo anterior, también se evidenciaron situaciones en las que los estudiantes participantes mostraban interés y buena disposición para el trabajo. Esto sucedió principalmente durante el trabajo propuesto con el *Stellarium* o con la exploración de los globos terráneos. En estas situaciones se evidenciaba interés de la mayoría de los pequeños equipos, niveles altos de interacción, de participación y escucha sumado todo a la disposición para responder a las preguntas propuestas. Al respecto un estudiante afirmó

que, en el marco del trabajo con los globos terráqueos, “varios que he visto que yo decía... pues yo no creía que ellos iban a hacer esas cosas, se sentaron, lo hicieron y se sintieron motivados por hacer esto [las actividades]”. Varios estudiantes expresaron la intención de instalar el programa en sus casas, para explorarlo autónomamente, o bien expresaron satisfacción al reconocer los usos que podían hacerse del globo terráqueo, principalmente en la ubicación con sistemas de posicionamiento global.

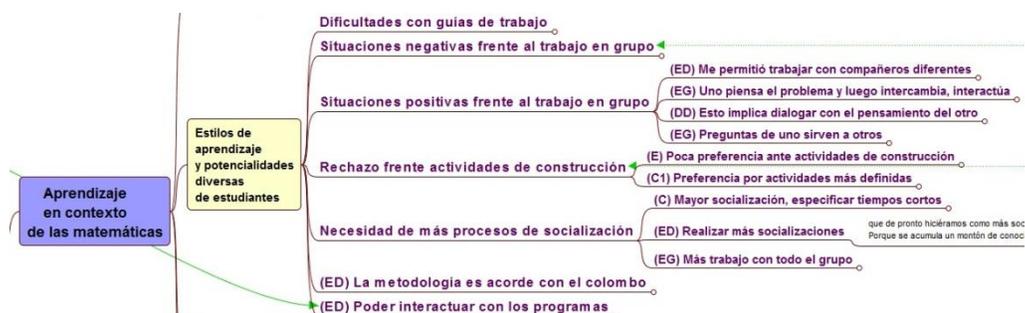
Siguiendo el orden de nivel de recurrencia, también surgieron afirmaciones de desconfianza o de fracaso frente al área o frente a los talleres mismos, principalmente en las entrevistas: “yo creo que no me sirvió para saber más, para estar más informada. Ya en las matemáticas sí, pues uno sí puede sacar ideas, pero no me complementa” o “que yo diga me ayudó el cien por ciento de lo que vimos antes para basarme en las matemáticas, no, pero que me ayudó, sí, no el cien por ciento”.

Finalmente, con el menor grado de recurrencia dentro de este indicador “Motivación e interés”, se encontró que para los estudiantes la motivación influye de manera directa con el aprendizaje, según se muestra en los siguientes testimonios: “como uno no está motivado entonces a uno no le interesa lo que están mostrando, lo que están explicando. Pero si uno estuviera más motivado le interesaría mucho más lo que están explicando. Por ejemplo, yo el año pasado tuve muchos problemas los primeros dos bimestres para poder entender lo que estábamos viendo y ya después con mi papá que es ingeniero me senté a estudiar y ya sí pude. Pues por ejemplo ahorita lo que estábamos haciendo, yo no entendía, pero yo me senté, lo leí bien y supe cómo se hacía e hice eso en cinco minutos. Entonces yo creo que el estar motivado, el estar concentrado influye en uno aprender la materia”, “los que están encarretados con la clase y con el tema van a pensar más y van a preguntar más y los que no lo están no van a entender lo que se está hablando” o “yo creo que es más como el tema

mental porque es que uno se programa mentalmente y entonces qué pereza matemáticas, aun así sea muy fácil y entonces no vas a entender”.

4.1.1.2. Estilos de aprendizaje y potencialidades de estudiantes. En el orden de recurrencia continúa el indicador referido a los estilos de aprendizaje y a las potencialidades que los estudiantes mostraron para el trabajo en los talleres. En este caso también se realizó una categorización de mayor a menor nivel: a) dificultades con el tratamiento de las guías de trabajo, b) situaciones negativas frente al trabajo en grupo, c) situaciones positivas frente al trabajo en grupo, d) rechazo frente actividades de construcción de conocimiento y e) necesidades de más procesos de socialización (ver figura 3).

Figura 3. Mapa extendido para el indicador “Estilos de aprendizaje y potencialidades diversas de estudiantes”.



Antes de pasar a explicar cada uno de estos bloques de información obtenida, resulta pertinente exponer aquí un par de resultados de una de las entrevistas, relacionados con los estilos de aprendizaje y sobre los cuales se abordará un párrafo en la sección siguiente como perspectiva para futuras investigaciones, pues son datos que no fueron muy recurrentes pero que sugieren posibilidades de gran interés para futuras aproximaciones investigativas relacionadas con el tema de esta tesis. La estudiante expresa que la

metodología propuesta por los talleres implementados está muy acorde con la filosofía y estrategias propias del Colombo Francés: “lo asocio mucho con la metodología Colombo”, dice. Explica que aquellos estudiantes que vienen de otros colegios o que no han estado inmersos en la metodología del colegio, pudieron tener dificultades, pero no fue así para los demás. También afirma que resulta importante que los estudiantes puedan interactuar de manera directa con los programas (dado que en el taller la interacción con el programa fue por medio de una proyección y no directamente en el computador de manera individual).

Por otro lado, retomando las sub-categorías identificadas en este indicador, se presentaron una serie de dificultades relacionadas con las guías para orientar el trabajo en las sesiones. Dichas dificultades respondieron en primer lugar a los procesos de lectura, en segundo lugar a los niveles de comprensión de lo leído y finalmente a situaciones de rechazo de este tipo de instrumentos. Las observaciones participantes y no participantes permitieron anotar que los estudiantes no realizaban una lectura cuidadosa de la guía o bien ésta resultaba insuficiente; incluso en ocasiones sólo un estudiante del grupo leía o bien en algunas situaciones los estudiantes no lo hacían y esperaban una instrucción por parte del docente.

Frente a la comprensión, la observación participante sugirió que los estudiantes requerían un acompañamiento y una mediación profunda para comprender las indicaciones presentadas en la guía, más especialmente en las instrucciones dadas para la construcción de un triángulo equilátero con regla y compás, las construcciones básicas con estos instrumentos y los párrafos con series de instrucciones extensas.

En una entrevista individual y en la entrevista grupal, los estudiantes expresaron que resultaba más conveniente que cada uno copiara lo que había que hacer para apropiarlo mejor; o bien que de pronto la dispersión podría evitarse si no se contara con dicha guía de

trabajo: “yo creo que no es tan bueno entregar una guía, es mejor que nosotros lo copiemos para que entendamos más”, “de pronto sin talleres [es decir, sin guías] sería un poquito más dinámico”.

Respecto de las situaciones negativas frente al trabajo en grupo, tal y como se plantea en el indicador anterior en relación con la motivación, se presentaron dos situaciones en que algunos integrantes no querían trabajar con su equipo, argumentando un grado de dispersión que evitaba el desarrollo de la actividad. Los grupos se habían establecido previamente al azar, lo que generó incomodidad en algunos estudiantes: “el trabajo en grupo, pues, siempre es muy difícil, entonces, cuando uno se reúne con personas digamos que nunca ha hablado o que no siempre está con ellos, no siempre es muy cómodo trabajar y es mejor trabajar con las personas con que uno está hablando pero no con las que se distrae, sino con las que hablan un poco pero trabajan”. Lo que expone esta estudiante en este testimonio se confirma posteriormente en una entrevista grupal, en la que se sugiere que el trabajo en grupo genera dispersión, razón por la cual para ellos y ellas es preferible el trabajo individual.

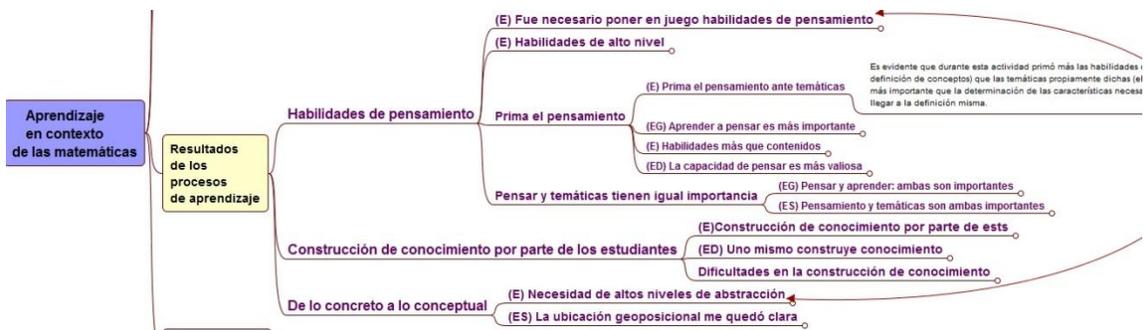
En contraste a estas situaciones, se presentaron otras que sugerían perspectivas favorables frente al trabajo en grupo: “pues yo creo que [los talleres] favorecieron mucho la integración porque me tocó trabajar con compañeros con los que generalmente no trabajo en el salón”, “nos planteaste un problema que pasaba, lo de la sombra y todo eso, entonces eso obviamente lo incita a uno a pensar, yo creo que casi todos estábamos ahí dándole a ese problema, entonces a mí me gusta así, porque todos interactuamos, intercambiamos”. Algunos estudiantes expresaron que los talleres implicaban el diálogo con el otro y que las preguntas que algunos se planteaban podrían servir a todo el colectivo.

En las observaciones se sugieren dos situaciones en las que hay poca preferencia por actividades que impliquen construcción de conocimiento, evidenciándose más bien un interés por la realización de ejercicios o actividades de tipo reiterativo o de fijación de procedimientos. Dado que las preguntas realizadas en las guías tenían un carácter abierto, para considerarse problemas y no meros ejercicios, se evidenció también en una ocasión, frente a preguntas más estructuradas que implicaban una respuesta más fácilmente deducible, mayor concentración y disposición para el trabajo por parte de los y las estudiantes.

Finalmente, en relación con los estilos de aprendizaje de los y las estudiantes, se percibió en observaciones y entrevistas la necesidad de proponer más procesos de socialización grupal: “que de pronto hiciéramos como más socialización, pero trabajamos tal concepto y socialización, trabajamos el otro y socialización. Porque se acumula un montón de conocimiento que la verdad aún no se sabe si sí está bien...”. Este testimonio sugiere una relación importante con la necesidad de aprobación que los chicos y chicas mostraron y sobre la cual se trató en la sección anterior.

4.1.1.3. Resultados en los procesos de aprendizaje. Los hallazgos asociados con los procesos de aprendizaje durante los talleres implementados se relacionan con tres aspectos estructurales: a) habilidades de pensamiento, b) situaciones de construcción de conocimiento por parte de estudiantes y c) posibilidades de tránsito de lo concreto a lo conceptual por medio de los talleres (ver figura 4).

Figura 4. Mapa extendido para el indicador “Resultados de los procesos de aprendizaje”.



En el desarrollo de los talleres resultó importante para los y las estudiantes la necesidad de poner en juego habilidades de pensamiento buscando comparar, analizar, sintetizar y más especialmente conceptualizar, en conformidad con los planteamientos de las guías de trabajo. Esta necesidad se hizo evidente, no obstante, de manera exclusiva en las observaciones participantes, sin posibilidad de contrastarla con resultados de otros instrumentos como entrevistas o con observaciones no participantes.

Sin embargo, en las entrevistas grupales e individuales estudiantes hacen explícita la importancia que tienen los procesos de pensamiento y la capacidad de pensar, remitiéndose a la experiencia en los talleres. En estas entrevistas ellos y ellas exponen diferencias sustanciales y críticas contundentes entre aprender de memoria y aprender por comprensión, resaltando esta última categoría como más relevante durante la experiencia: “la memoria también es muy importante y uno tiene que aprenderse reglas y todo. Pero yo creo que si tú sabes cómo hacer una operación o sabes más o menos de qué se trata, no vas a necesitar todas las reglas porque sabes pensar (...). Yo creo que es más viable aprender a pensar que aprenderse pues todas las cosas, porque cuando se piensa mucho se puede resolver cosas”; “es como con la filosofía, por ejemplo a mí me parece más valiosa la filosofía que uno mismo hace en su reflexión de la vida y todo esto a aprenderse un montón de autores y qué dijeron. Pues es mucho mejor cuestionarse frente a las cosas y a mejorar un proceso que uno mismo entienda. A mí por ejemplo matemáticas a toda hora me parecía

ridículo, pues fórmulas que ya se habían inventado, que me tocaban a mí hacer con ejercicios que ya se habían inventado y ya. Pues me parece completamente banal porque era mecánico total. Pero cuando uno tiene la capacidad de elaborar un proceso uno mismo es mucho más valioso”.

Los estudiantes establecieron, en complemento de lo anterior, que tanto los procesos de pensamiento como el abordaje de temáticas en profundidad, resultaban esenciales en los procesos de aprendizaje. Un estudiante por ejemplo explica que sin un conocimiento básico de los temas no existe una base que permita sostener la capacidad de pensar.

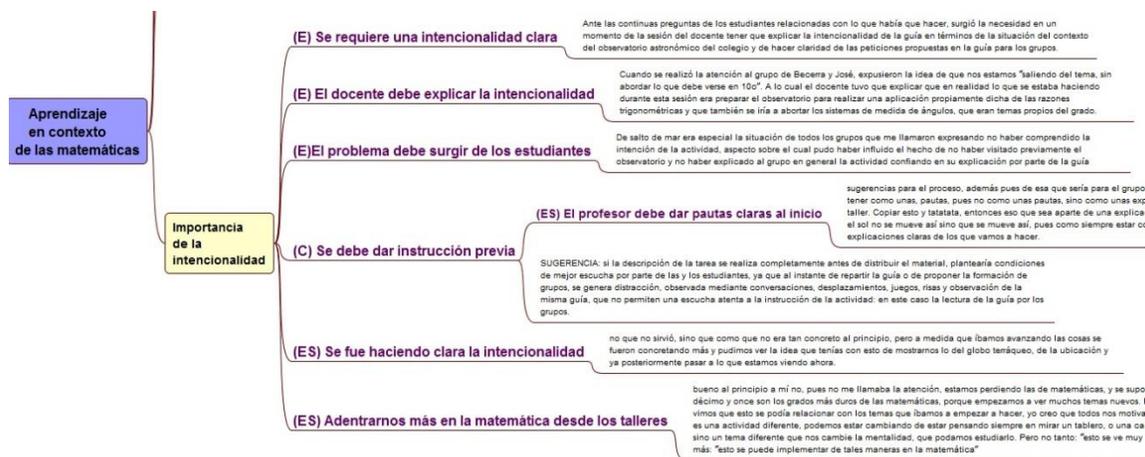
Respecto de las situaciones de construcción de conocimientos en las que los y las estudiantes se vieron inmersos, ellos y ellas pudieron realizar diversas aproximaciones surgidas desde sus concepciones y conocimientos previos que sirvieron de fundamento para el abordaje de las temáticas propuestas por los talleres. Una estudiante resalta esta posibilidad, que se le presentó como la esencia misma del ejercicio matemático, pues previamente consideraba que la astronomía y los cálculos matemáticos asociados a ella resultarían muy difíciles, aceptando posteriormente que existen muchos resultados que pueden obtenerse con una cuidadosa observación.

En relación con lo anterior, en las observaciones y entrevistas se hicieron explícitas las fortalezas de los talleres para llegar a los aprendizajes partiendo de lo concreto como fundamento de lo conceptual. Por ejemplo el uso de los globos terráqueos, en el tratamiento de los sistemas de posicionamiento global, permitieron la comprensión por parte de los y las estudiantes del carácter adimensional de las unidades de medida de ángulos, pues la abertura generada por un ángulo evidente en la superficie terrestre, resultaba ser la misma abertura generada por el mismo ángulo en un círculo dibujado en el tablero. Estudiantes confirmaron la relevancia que tenía para ellos y ellas identificar la necesidad del sistema

sexagesimal de medida de ángulos para ubicarse en el sistema de meridianos y paralelos de los globos terráqueos o con el uso de un aparato como el GPS, propios de sus celulares.

4.1.1.4. Importancia de la intencionalidad. En el marco de la categoría “Aprendizaje en contexto de las matemáticas”, el último indicador, que como se explicó fue de carácter emergente durante la investigación, está asociado con la necesidad de explicitar la intencionalidad del problema o de la situación propuesta ante estudiantes, para que dimensionaran la relación que se establece propiamente con las matemáticas (ver figura 5).

Figura 5. Mapa extendido hasta el último nivel de generalidad para el indicador “Importancia de la intencionalidad”.



Este indicador describe diversas situaciones, contrastadas a través de observaciones participantes y no participantes y entrevistas (grupal e individuales), en que estudiantes evidencian la necesidad de comprender la relación que tiene la situación o el problema con las temáticas que deben abordar y que el problema haya surgido de sus propias inquietudes, incluso haber sido formulado por ellos y ellas. Se notó en estudiantes la necesidad de contar con pautas o explicaciones claras al inicio de las actividades por parte del docente, en tanto pudieran contar con elementos otorgados por el docente para resolver los problemas

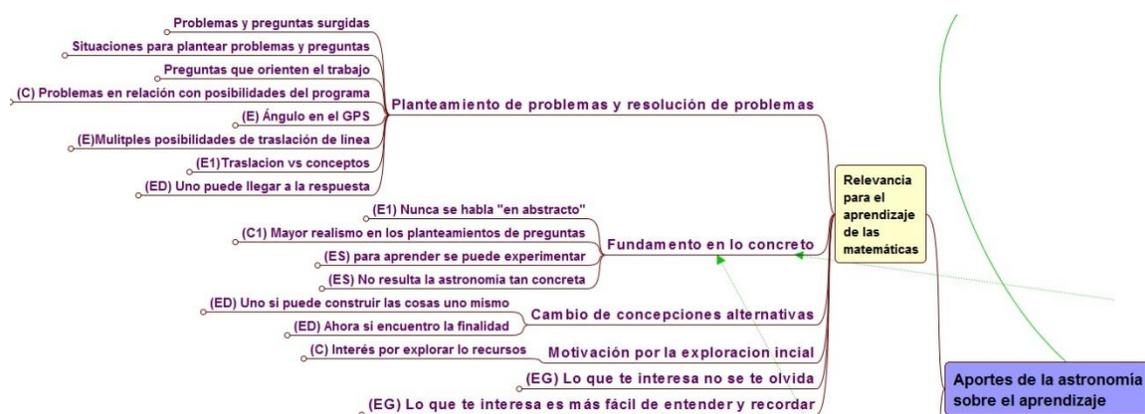
propuestos. Para los y las estudiantes tomaron sentido los talleres cuando lograron dimensionar de qué manera se relacionaban los conceptos matemáticos con los problemas: “pero a medida que íbamos avanzando las cosas se fueron concretando más y pudimos ver la idea que tenías con esto de mostrarnos lo del globo terráqueo, de la ubicación y ya posteriormente pasar a lo que estamos viendo ahora [sistema sexagesimal para la medida de ángulos]”.

4.1.2. Aportes de la astronomía para el aprendizaje en contexto. Para esta categoría se conservaron los dos indicadores propuestos inicialmente (apéndice D): relevancia de la astronomía para el aprendizaje de la matemática y comparaciones entre los talleres y el aula tradicional.

4.1.2.1. Relevancia de la astronomía para el aprendizaje de las matemáticas. En este indicador surgieron tres esquemas para organizar la información: a) planteamientos de problemas y resolución de problemas, b) fundamento en lo concreto y c) cambio de concepciones alternativas. Antes de pasar a explicar cada uno de esos esquemas de datos, se explicarán algunos con recurrencia mínima, pero que fueron asociados con este indicador (ver figura 9). Éstos se refirieron a situaciones en las que los estudiantes se encontraron interesados en la exploración inicial de los recursos, planteando preguntas y realizando inferencias, que como se explicará en esta sección, permitieron orientar el trabajo posterior. En entrevista grupal, algunos estudiantes expresaron que el interés por una temática específica (refiriéndose a la astronomía), permite aprender más rápido y que dichos aprendizajes permanezcan en el tiempo.

Frente al planteamiento de problemas y su resolución, resultaron recurrentes, en las observaciones participantes, múltiples problemas y preguntas planteadas por estudiantes y que permitieron posteriormente orientar el desarrollo de las sesiones. Dichas preguntas estuvieron siempre relacionadas con algún aspecto de la guía de trabajo, con la astronomía o con algún presupuesto que llevaba a comprenderla o ampliar las discusiones: preguntas referidas al concepto de ángulo, la situación hipotética en que la Tierra se enfriara en su interior, preguntas referidas a la eclíptica en el globo terráqueo y en el *Stellarium*, la posible existencia de un planeta perfectamente esférico, etc. Otras situaciones permitieron abordar procedimientos fundamentales en las matemáticas, tales como el manejo preciso de la regla y el compás sin utilizar el cálculo visual, procurando describir una secuencia lógica en el uso de estas herramientas; esta actividad en especial se constituyó en una fuente importante de problemas y preguntas que los y las estudiantes tuvieron que afrontar con la mediación del docente.

Figura 9. Mapa extendido hasta el penúltimo nivel de generalidad para el indicador “Relevancia de la astronomía para el aprendizaje de las matemáticas”.



Durante el desarrollo de las sesiones, los y las estudiantes plantearon problemas y preguntas que orientaban la realización de las actividades. Por ejemplo, en el tratamiento

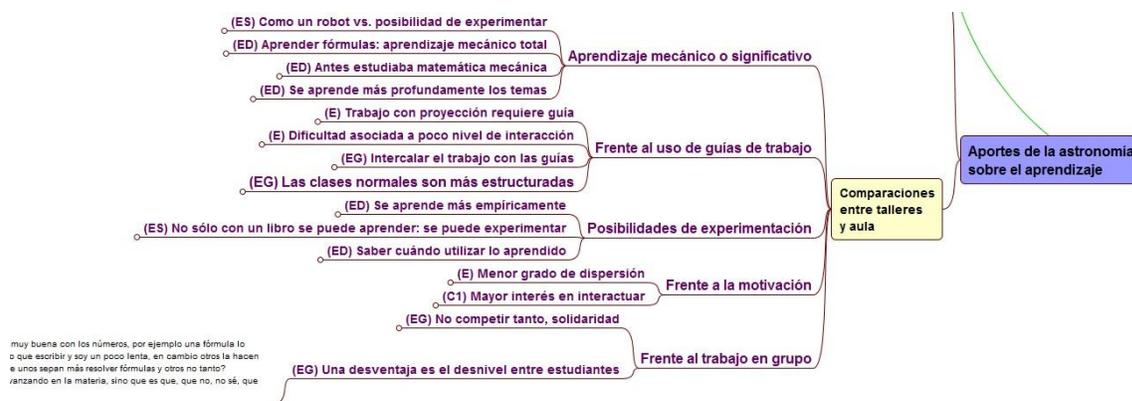
del concepto de ángulo utilizando los globos terráqueos, surgían preguntas referidas al uso de las líneas de los meridianos y de los paralelos, aspectos que posteriormente se tratarían pero que redefinían el orden de las planeaciones propuestas por el docente. O bien, preguntas referidas a cómo ubicarse sin usar las intersecciones entre dichos paralelos y meridianos, preguntas que asentaban la necesidad del uso de minutos y segundos. Otros estudiantes, por ejemplo, preguntaban la ubicación exacta de lugares tales como Suecia o el Monte Everest, inquietudes que luego constituyeron ejercicios para la fijación de procedimientos y conceptos tratados. Otras preguntas que no pudieron ser tratadas en las sesiones, se convertirían en problemas para abordar temáticas posteriores tales como la longitud de arco, asociadas a la determinación de distancias partiendo de ubicaciones con el sistema sexagesimal.

Todas estas preguntas y problemas permitían al grupo sentir la necesidad de su abordaje. Usando por ejemplo el globo terráqueo, era requisito comprender a cabalidad el uso del sistema sexagesimal y las aplicaciones de las medidas de ángulos en la cotidianidad. De esta manera, la astronomía resultó para el grupo y para el desarrollo de las sesiones de trabajo, un fundamento importante para establecer lo concreto y para tratar desde ahí situaciones que resultaban muy abstractas (por ejemplo, tal como se explicó en el indicador “Resultados de los procesos de aprendizaje”, la comprensión de las unidades de medida de ángulos como unidades sin dimensión). Los y las estudiantes y el docente nunca hablaron en abstracto, pues sus intervenciones, referidas a conceptos o procedimientos específicos, siempre estuvieron relacionados con un aspecto propio de la astronomía. El grupo, incluso, expresó de manera recurrente la importancia que tenía la astronomía para poder “experimentar” lo aprendido.

En entrevista realizada a una de las estudiantes, resultan explícitas situaciones en que se dieron cambios de concepciones previas, más especialmente referidas a la forma en que se construye el saber matemático. La estudiante expresa que para ella se constituye en algo nuevo la posibilidad de ella misma llegar a los conceptos y a sus definiciones, reconocer los procedimientos partiendo de sus propias observaciones.

4.1.2.2. Comparaciones entre talleres y aula tradicional. Para este indicador se establecieron cinco esquemas para organizar la información obtenida: a) aprendizaje mecánico o significativo, b) frente al uso de guías de trabajo, c) posibilidades de la experimentación, d) frente a la motivación y e) frente al trabajo en grupo (ver figura 10).

Figura 10. Mapa extendido hasta el último nivel de generalidad para el indicador “Comparaciones entre talleres y aula tradicional”.



En las entrevistas individuales las estudiantes realizaron una comparación fundamentada en la metodología de los talleres y de las clases tradicionales en matemáticas; utilizando las palabras de ellas, dicha comparación se estableció entre lo que significa un aprendizaje mecánico y momentáneo y un aprendizaje para la vida. Expresan por ejemplo que en el aula tradicional las sesiones consistían principalmente en grabarse todo, “uno se lo aprende, se lo aprende para el momentico, como para poder hacer el

trabajo y hacerlo super bien y ya no le queda para la vida”. Se trata, según ellas, de un aprendizaje banal por su carácter mecánico. En el trabajo de los talleres resaltan, tal como se expuso en indicadores previos, el valor que tiene la posibilidad de experimentar, poder explorar desde diferentes perspectivas el saber y que sean ellas mismas quienes construyan el procedimiento y las propias matemáticas. Existe un aprendizaje profundo: “uno aprende así mucho más profundamente los temas, pues a uno no se le olvida, porque uno ya entiende de dónde sale, porque por ejemplo la fórmula uno se la aprende, pero luego está inseguro porque no entiende en realidad el funcionamiento de la fórmula.

Otro criterio de comparación está referido a la estructura de los talleres y de las clases tradicionales. En las observaciones se presenta como más efectivo el trabajo con guías, especialmente para la interacción con los REA. Sin embargo, en la entrevista grupal los y las estudiantes expusieron que es importante estructurar los talleres tomando en cuenta las guías y la estructura propia del aula. Al respecto afirman que las clases tradicionales “están más estructuradas”, es decir, están más delimitadas en su orden tal y como se van a desarrollar, en comparación con un taller en el que puede suceder cualquier cosa.

El grupo de estudiantes entrevistados reconocen también en los talleres, tal como se ha expuesto previamente, que estos permiten experimentar lo que se aprende y que no sólo se parte de un cuaderno, de un libro o de unas explicaciones, como en el aula tradicional: “no sólo se puede aprender matemáticas con un cuaderno, un libro y unas explicaciones. Sino que también se puede aprender matemáticas con un *Stellarium*, con un globo terráqueo, pues con todo se puede aprender matemáticas, también la física, la física es todo (...). Todos los días hay matemáticas y física y muchas cosas en nuestra vida cotidiana. Entonces es bueno poder experimentar”. Al respecto, las estudiantes resaltan la importancia que tiene saber para qué sirve en la vida lo que se aprende y cómo utilizarlo.

Otro criterio de comparación entre el aula tradicional y los talleres con astronomía, están asociados, tal y como se explicó en el indicador relacionado con la motivación y el interés, con los grados diferenciados de dispersión. A excepción del uso de los REA, resultó evidente un grado mayor de dispersión en los talleres que en un aula tradicional, según las observaciones participantes del docente, que ha experimentado los dos espacios pedagógicos. No obstante, en estas observaciones y en las no participantes, se notó que existe mayor interés por la interacción y la participación que en un aula tradicional.

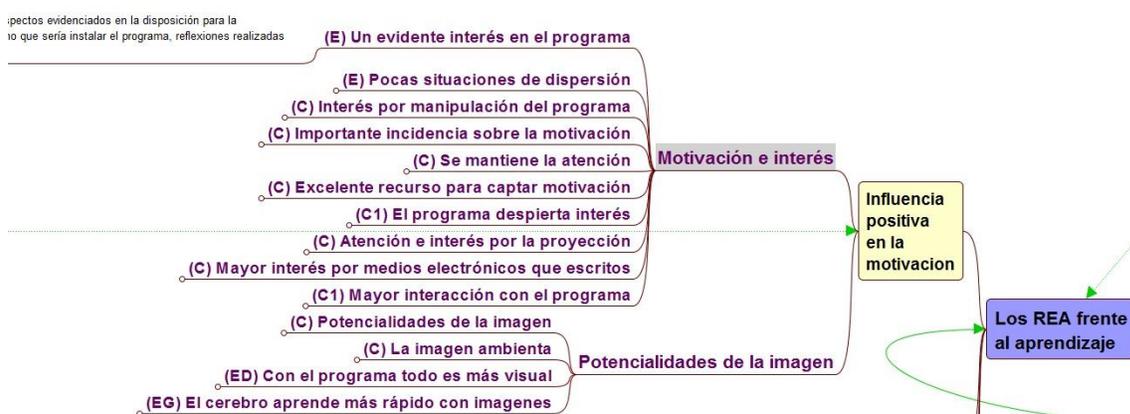
Frente al trabajo en grupo, en la entrevista grupal los y las estudiantes evidencian una desventaja respecto del aula tradicional, principalmente en los altos niveles de “competencia” (que explican como una explícita intención de sobresalir por parte de algunos compañeros), en detrimento de la solidaridad. En la interacción en los talleres algunos estudiantes encuentran respuestas a las preguntas y se apuran por expresarlo, evitando a los demás encontrar sus propias respuestas. Pero además, muchos estudiantes no se preocupan por ayudar a otros compañeros, centrados en este interés por sobresalir. El grupo reconoce este desnivel frente a las capacidades en el área como una desventaja.

4.1.3. Datos referidos a los REA frente al aprendizaje. Para describir los datos encontrados frente a la relación entre REA y el aprendizaje de las matemáticas en contexto, se habían establecido inicialmente tres indicadores: complementariedad en tipos de REA, REA para el aprendizaje en contexto y REA frente a la motivación. Sin embargo, por las características de los datos, en el primer indicador no fue posible obtener información relevante o significativa y en el tercer indicador fue necesario realizar una redefinición en dos indicadores, quedando descrita de la siguiente forma dicha categoría: influencia positiva de los REA en la motivación, REA frente a la poca motivación y REA para el

aprendizaje en contexto. Estos indicadores serán expuestos a continuación, como se ha explicado hasta ahora, según su nivel de recurrencia en los datos obtenidos.

4.1.3.1. Influencia positiva de los REA en la motivación. Dentro de este indicador los datos fueron organizados según dos esquemas: motivación e interés y potencialidades de la imagen (ver figura 6). Como es de esperarse, este indicador necesariamente se relacionó con el indicador de “Motivación e interés” determinado en la categoría “Aprendizaje en contexto de las matemáticas”; sin embargo, se establece una diferencia sustancial en tanto aquí se mencionan más bien los datos referidos propiamente a los REA.

Figura 6. Mapa extendido hasta el último nivel de generalidad para el indicador “Influencia positiva en la motivación”.



Frente a la motivación, se encontró de manera recurrente en las observaciones participantes y no participantes, situaciones en las que los REA llamaron especialmente la atención a estudiantes, aspecto que fue más evidente en tanto fueron muy recurrentes las situaciones de dispersión, según se mostró en los datos presentados anteriormente. Las observaciones sugieren que, con la implementación de los recursos, el grupo mostró interés y motivación para el trabajo, aspectos evidenciados en la disposición para participar,

realizar preguntas, intención por instalar el programa y respuestas a las preguntas planteadas por el docente. Con esos recursos, la comunicación entre docente y estudiantes resultó menos intervenida por las situaciones de dispersión del grupo.

En algunos apuntes de campo se describen situaciones de concentración por parte de estudiantes, inmediata interacción con el programa y sus potencialidades y disposición para la exploración del mismo.

Por otro lado, en los datos resultó significativo, aunque con una recurrencia baja, la importancia de la imagen en los talleres, pues fueron datos evidenciados en observaciones y en entrevistas. En el caso de las entrevistas los y las estudiantes resaltan la importancia de que los recursos resultaron “más visuales” y permiten apoyar la experimentación.

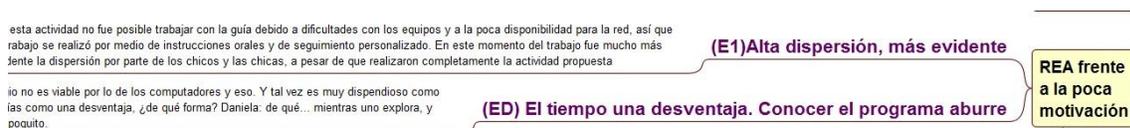
Reconocen, comparativamente con el texto, los números y las gráficas, el valor de las imágenes porque son más “notorias” o bien “enriquecen la memoria”. Un estudiante por ejemplo expresa: “entonces supuestamente el cerebro aprende más rápido con imágenes que con letras, o con colores que a blanco y negro. Pues como que se enfoca más en eso, entonces yo creo que es bacano, porque igual es como interactuar con otras cosas y aprender al mismo tiempo”.

4.1.3.2. REA frente a la poca motivación. Aunque los resultados dentro de este indicador resultaron con un nivel muy bajo de recurrencia (únicamente dos comentarios surgidos en la observación participante y en una entrevista individual), éstos resultan significativos pues permiten complementar los indicadores que se explicaron anteriormente, especialmente aquellos referidos a la motivación.

En este indicador dos situaciones evidencian dispersión frente a los recursos utilizados, pero debido a dificultades asociadas con la cantidad de equipos o disponibilidad

de la red para el abordaje de la guía de trabajo (ver figura 7). Una estudiante expresa como desventaja la imposibilidad de que cada estudiante esté en un computador, lo que podría afectar el tiempo y resultar dispendioso; pero agrega que el conocimiento del programa y su exploración inicial “aburre un poquito”.

Figura 7. Mapa extendido hasta el último nivel de generalidad para el indicador “REA frente a la poca motivación”.



4.1.3.3. REA para el aprendizaje en contexto. Este indicador reporta el menor índice de recurrencia y de significatividad comparativamente con los anteriores indicadores, especialmente porque parte únicamente de dos datos y ambos encontrados de manera exclusiva en la observación participante (ver figura 8).

Se encontró que la estrategia de proyección del programa (es decir, que todo el grupo observe el programa a la vez por medio de una proyección con *Video Beam*), permite un mayor intercambio de preguntas y situaciones de interacción por parte de estudiantes del que resultaría con computadores individuales, haciendo también más eficiente el trabajo. La mediación dirigida al grupo se facilita y por tanto mejora la construcción colectiva de conocimiento.

Figura 8. Mapa extendido hasta el último nivel de generalidad para el indicador “REA frente a la poca motivación”.



4.2. Resultados: análisis e interpretación de datos

El carácter constructivo de los talleres, que exigen por parte de los y las estudiantes autonomía y responsabilidad con su propio aprendizaje, en cuanto se les exige la producción de conocimiento partiendo de sus propias observaciones, experiencias, ejercicios de experimentación e interacciones grupales, contribuye al establecimiento de un ambiente propicio para la dispersión que deriva a su vez en una deficiente consecución de resultados de aprendizaje. Según los datos presentados en la sección anterior, esta dificultad se evidenció en los recurrentes hallazgos relacionados con las situaciones de dispersión, evidentes no sólo en las observaciones de campo sino también de manera significativa en las entrevistas: la categoría que más datos recogió durante el análisis de la información resultó ser la que describe la incidencia del aprendizaje en contexto sobre la motivación y el interés y, dentro de esta categoría el indicador más recurrente estuvo relacionado con situaciones de dispersión. Según estos hallazgos y en conformidad con lo presentado en el marco teórico sobre las diversas teorías para explicar las causas del fracaso en las matemáticas, se pueden establecer tres explicaciones que permiten comprender esta dificultad.

En primer lugar, según los datos encontrados, existen dificultades relacionadas con el ambiente escolar que requieren la implementación de estrategias diversas para la gestión de aula, enfocadas a reducir los niveles de dispersión y enfocar las potencialidades de estudiantes en la producción colectiva de conocimiento. Si para el grupo de estudiantes, tal y como se manifestó en algunas entrevistas y observaciones, continúa siendo más importante conversar en las sesiones de trabajo sobre temas ajenos a los propósitos de las mismas, o bien continuar interactuando con sus dispositivos móviles en detrimento de la escucha de instrucciones y socialización de hallazgos de otros compañeros o compañeras,

entonces no es posible concentrar la atención en la producción de conocimiento. En el caso del Colombo Francés, los hallazgos reportan que estas dificultades pueden estar directamente asociadas con características del contexto institucional, tales como intervenciones frente al incumplimiento de acuerdos referidos al uso de dispositivos móviles, actividades permitidas a estudiantes durante la jornada escolar (establecimiento de acuerdos para periodos específicos de cierre o apertura del año escolar, utilización de atuendos para recoger fondos, realización de dibujos en clases, por ejemplo), importancia brindada a la escucha y a la interacción con otros, etc. También estas dificultades se asocian de manera directa con las capacidades del docente para gestionar las dinámicas del grupo durante el desarrollo de los talleres, por ejemplo, en la capacidad para atender las inquietudes de los grupos (que resultó ser una dificultad encontrada en los datos respecto del desarrollo de los talleres), orientar el desarrollo eficiente de las actividades, mediar los niveles de escucha, intervenir el uso de los dispositivos móviles, incluso su propia personalidad que puede afectar la empatía necesaria para la gestión de aula, etc.; pero más especialmente con el carácter de la instrucción que, como exponen González, Núñez, Álvarez, González, González y Roces (2003), resulta inadecuada o deficiente, por ejemplo en las claridades que deben establecerse previamente con estudiantes frente a las intencionalidades de los talleres, según reportan también los hallazgos expuestos en la sección anterior.

En segundo lugar, las situaciones de dispersión pueden responder a las diversas dificultades cognitivas relacionadas con el tratamiento de la información (comprensión de los problemas, organización de la información y desarrollo de estrategias) y a la confianza de los y las estudiantes en sus propias capacidades, según lo expuesto por González, Núñez, Álvarez, González, González y Roces (2003) y que se amplía en el marco teórico. Si las

instrucciones presentadas en guías de trabajo o propuestas por el docente no son adecuadamente interpretadas por el grupo de estudiantes (como manifestaron los datos encontrados), pero además ellos y ellas no cuentan -o no confían con que cuentan- con las adecuadas capacidades cognitivas para el tratamiento de la información, esto incidirá en la poca claridad frente a la intencionalidad de las actividades, en el interés y confianza para su desarrollo y finalmente en los altos niveles de dispersión. Al respecto, los datos encontrados sugieren serias dificultades por parte de los y las estudiantes en la lectura e interpretación de las guías de trabajo, lo que les llevaba ocasionalmente a requerir de la aprobación del docente o bien a realizar deficientemente las actividades propuestas. Este aspecto pudo relacionarse también con un aparente rechazo del trabajo partiendo de guías de trabajo y a la necesidad, expresada en las entrevistas, de implementar una clase estructurada, con mayor orientación por parte del docente (clases de carácter más expositivo) y con menos actividades de interacción grupal.

En tercer lugar, los y las estudiantes requieren estar preparados para la autonomía y para la responsabilidad con su propio aprendizaje, tanto como para utilizar activamente su pensamiento; al no reconocer dicha responsabilidad y retos pueden encontrarse con mayor propensión a la dispersión sin tener conciencia que ésta afecta principalmente sus aprendizajes, pero además los puede llevar a centrar las matemáticas en los contenidos más que en los procesos. Aunque esta tercera explicación requerirá nuevas aproximaciones investigativas que permitan profundizarla, en los datos obtenidos la falta de autonomía y responsabilidad con el propio aprendizaje puede asociarse con la notoria necesidad de “avanzar en las temáticas del área”, que los llevó a desconocer la importancia de los procesos de pensamiento puestos en los talleres y a considerar como más relevante lo que llamaron “poco avance” o “pérdida de tiempo”. Este hallazgo se encuentra en aparente

contradicción con las reflexiones de Kline (1976 y 2001) frente a la enseñanza de las matemáticas modernas, enfocadas a contenidos sin sentido contextual olvidando las matemáticas como actividad, aspecto también ampliado en el marco teórico según la postura de Guzmán (1993) y Gil y Guzmán (2001), cuando estos autores sugieren que la desmotivación frente a las matemáticas se debe a la poca relación que los aprendices encuentran entre el saber y su realidad cotidiana y la poca participación permitida por el docente.

Resulta significativo que dicha contradicción provenga del grupo de estudiantes, que expresan de manera explícita la necesidad de abordar más temas y procedimientos, proponiendo que se reduzcan las situaciones que orienten procesos de pensamiento, de participación y de construcción colectiva de conocimiento. Esta situación se hizo tangible en las diversas situaciones en que estudiantes mostraban una mayor concentración y disposición cuando se proponían preguntas de carácter cerrado, a manera de ejercicios para la fijación de procedimientos y conceptos. Esto resulta aún más significativo en tanto el mismo grupo de estudiantes, según se encontró en las entrevistas, relacionan las metodologías de los talleres implementados con la metodología propia del Colombo Francés, incluso en las afirmaciones en las que sugieren que toma más valor para ellos y ellas situaciones en las que deben pensar que aquellas en las que deben memorizar; sin embargo, estas percepciones sobre la metodología de este colegio y el contradictorio rechazo a metodologías orientadas a la producción colectiva de conocimiento, deben aún ser profundizadas y se dejan aquí como posibles perspectivas para futuras preguntas de investigación.

Existe, sin embargo, una potencialidad en el uso de la astronomía y de los REA para el aprendizaje de las matemáticas, apreciable en datos que sugieren motivación e interés por

parte de estudiantes. El carácter problemático de la astronomía, que ha derivado en la historia preguntas y rutas de investigación (Kline, 2001; Ryden, 1999; Morgan, Dunn, Parry y O'Reilly, 2004; Teets y Whitehead, 1998), contagia también a los y las estudiantes animando su curiosidad, realizando preguntas diversas, e interactuando activamente con los recursos. La motivación por el desarrollo de estas preguntas y problemas influye de manera directa en los niveles de participación y disposición para el trabajo y, como resultado final, sobre el aprendizaje. Esto resultó evidente en el reconocimiento que el grupo de estudiantes hacen en las entrevistas de cómo algunos de sus compañeros y compañeras, o ellos y ellas mismas, participaron más activamente en cuanto encontraban mayor interés en los temas trabajados o en la metodología para su desarrollo.

La implementación de la astronomía y de los REA, reduciendo los agentes de dispersión que puedan presentarse, permiten orientar el desarrollo del área partiendo de problemas y preguntas realizadas por estudiantes mismos o por el docente que, por lo general, no son de fácil respuesta y requieren profundización teórica desde las matemáticas y las ciencias. Esta relación, patente tanto en los datos como en la teoría (García, 2008; Bronzina, Chemello y Agrasar, 2009), se debe a que los y las estudiantes encuentran sentido y significado a lo que aprenden, porque establecen una sólida relación entre el saber y su realidad cotidiana, es decir, comprenden para qué sirve lo que estudian, supuesto que recoge la tesis de Paenza (2005) ampliada en capítulos anteriores.

Los REA llaman especialmente la atención a estudiantes, motivando su participación, incidiendo en su concentración, interés y motivación, en el planteamiento continuo de preguntas que orientan el desarrollo de las sesiones, en fin, mejorando la interacción entre estudiantes y docentes con el saber; lo que Castillo (2008) ha denominado implicaciones de las NTIC desde el constructivismo. En los datos, como ya se ha anotado, por ejemplo, se

manifestó un cambio significativo en la disposición del grupo para el trabajo, disminuyendo las situaciones de dispersión y aumentando la participación, cuando hubo interacción con los recursos; tal y como se mencionó en el marco teórico, los REA hacen menos tedioso el trabajo en matemáticas (Fiallo, Iglesias y Urbina, 2002; Lozano y Camargo, 2002; Toledo, Sabín, Herrera, Pino y Cordovés, 2005). Esto confirma también que los REA pueden ser más que herramientas, elementos para motivar, crear y facilitar los procesos cognitivos (Castillo, 2008; Ministerio de Educación Nacional, 2003).

La utilización de la imagen, que se constituye en uno de los elementos principales de los REA, es una ventaja para el aprendizaje porque apoya la construcción de conceptos y procedimientos propios del área con fundamento en lo concreto, sirve como ejemplificación y como fuente de problemas. En el marco teórico este resultado corresponde a lo que Fiallo, Iglesias y Urbina (2002) y Camargo (2002) reconocen como ventaja de las NTIC para la modelación matemática. En entrevistas y observaciones se identificó cómo los y las estudiantes valoraron la imagen para su aprendizaje o bien como el docente hacía uso de ella para fundamentar sus mediaciones. Al respecto, la posibilidad de proyectar en el aula de clases los REA y no sólo utilizar computadores individuales, fue una estrategia efectiva para incentivar la interacción y el planteamiento y resolución de problemas.

El carácter colectivo de las actividades fue reconocido por algunas estudiantes en las entrevistas como una ventaja, que pudo confirmarse en las observaciones y en el propio desarrollo de los talleres. Actividades de este tipo permiten procesos de interacción e interdependencia entre los integrantes de pequeños equipos que procuran resolver una pregunta o un problema propuesto. Es por esta razón que en este tipo de metodologías los procesos de socialización son fundamentales, por un lado porque derivan más preguntas y problemas que permiten profundizar en lo que se está tratando y por otro lado porque

permiten a estudiantes complementar sus perspectivas, posturas, proposiciones, etc.; todo esto hace parte de la construcción colectiva de conocimiento. Como se expuso en párrafos anteriores, también los REA facilitaron estas situaciones de interacción, lo que coincide con perspectivas teóricas que se abordaron previamente (Urquina, 2002; Lozano y Camargo, 2002; Camargo, 2002).

Por lo tanto, disponer estrategias de carácter colectivo, tales como los talleres implementados, que estuvieron enfocados al tratamiento de problemas y preguntas abiertas relacionadas con la astronomía y la meteorología, requiere la mediación principalmente de un aprendizaje por comprensión que contrasta con un aprendizaje memorístico. En las entrevistas, las estudiantes reconocen de manera explícita la importancia que tiene aprender a pensar más que aprenderse reglas y procedimientos, confirmando el valor de este tipo de talleres para alcanzar dicho objetivo. A esto se suma la potencialidad que la astronomía tiene para disponer con facilidad de herramientas concretas que permitan a los estudiantes llegar a elaboraciones formales y abstractas, pues permiten tratar las matemáticas refiriéndose siempre a aspectos de la realidad que ejemplifican o explican. En complemento con las observaciones, tal como se expuso en la sección anterior, los y las estudiantes reconocieron la importancia de la astronomía para evitar hablar en abstracto y, por el contrario, hablar siempre refiriéndose a objetos concretos; esto se relaciona con lo que ellos y ellas denominaron “la posibilidad de experimentar” el saber. En el marco teórico, esta relación se explica en términos de la importancia que tienen los sistemas concretos como fundamento para llegar a los sistemas abstractos y simbólicos de las matemáticas (Ministerio de Educación Nacional, 1998; García, 2008), pero además para facilitar los aprendizajes, el abordaje de conceptos, procesos y procedimientos matemáticos relacionados con la astronomía (Teets y Whitehead, 1998).

Este resultado se refiere también a la importancia que tiene establecer una clara intencionalidad desde el área con los problemas propios que se tratan desde la astronomía, es decir, que los y las estudiantes encuentren la relación que existe entre temáticas propias del área con las que se describen en el contexto de la astronomía. En los talleres implementados resultó fundamental que el grupo mismo planteara los problemas, contara con pautas y explicaciones claras que contextualizaran adecuadamente el problema; cuando se partió de la relación entre los conceptos matemáticos y los problemas astronómicos, los talleres toman un mayor sentido para los y las estudiantes.

4.3. Síntesis del capítulo 4

En este capítulo se presentaron los datos obtenidos para las categorías e indicadores propuestos en la tabla de triple entrada (apéndice D) y los resultados del proceso de interpretación y análisis de los mismos. En la primera sección, se presentan estos datos, inicialmente en lo referente al aprendizaje en contexto de las matemáticas desde la experiencia; se exponen datos referidos a la motivación y el interés durante las sesiones de trabajo; se presentan también los datos referidos a la influencia de los estilos de aprendizaje y a las potencialidades que tuvieron los estudiantes en el desarrollo de los talleres; los resultados en los procesos de aprendizaje, respecto de sus habilidades de pensamiento, las situaciones de construcción de conocimiento y las posibilidades de los talleres para partir de lo concreto y llegar a lo conceptual. Posteriormente se presentan los datos referidos a los REA frente al aprendizaje, principalmente respecto del aprendizaje y la motivación durante los talleres. Se presentan después los datos referidos a los aportes de la astronomía para el aprendizaje en contexto y comparaciones entre los talleres y el aula tradicional, específicamente respecto de las posibilidades para el planteamiento y resolución de

problemas, posibilidades para el tratamiento de la matemática desde lo concreto y transformaciones en concepciones alternativas frente al área. Finalmente, en la última parte del capítulo, se presentan los resultados que surgen del proceso de análisis e interpretación de todos estos datos, a la luz de la teoría y las preguntas de investigación.

Capítulo 5. Conclusiones, discusión y recomendaciones

Como quedó establecido en la reflexión realizada en los antecedentes y en el marco teórico en torno a las causas de las dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y los retos derivados, la concepción que se tiene de esta área determina de manera directa la interacción en el aula y los resultados de dicha interacción. De esta forma, si la matemática se considera como un conjunto amplio de saberes bien establecidos a través de la historia, saberes que están contenidos en los libros de texto, en las diversas publicaciones de matemáticos y expertos en el área, en Internet, en los REA, etc.; entonces la interacción en el aula consiste en una transmisión gradual y ordenada de dichos saberes y el papel del estudiantado consiste principalmente en su apropiación, enriqueciendo su acervo cultural. Por el contrario, si la matemática se entiende como una actividad que, si bien deriva unos productos que constituyen su campo teórico, en esencia consiste en una forma de interpretar el mundo e interactuar con él, es decir, si la matemática es hacer matemática, entonces la interacción en el aula no puede limitarse a la transmisión y apropiación de un conjunto de saberes que se consideran necesarios. En tal caso, la enseñanza y el aprendizaje de la matemática consiste más bien en el enfrentamiento de situaciones diversas que permitan, partiendo de las diferentes herramientas conceptuales y procedimentales, explorar los problemas del contexto, recrear el saber cultural partiendo de interpretaciones ajustadas a dicho contexto, proponer interpretaciones de dichos problemas y, aunque no se llegue a respuestas necesariamente “correctas”, valorar los procesos que sustentaron esa actividad de exploración, interpretación e inferencia.

La experiencia propuesta durante esta investigación atendió a la segunda interpretación de las matemáticas, es decir, a la idea de que las matemáticas son

propriadamente *hacer matemáticas*. Esto se logró situando a los y las estudiantes en problemas referidos a la astronomía que permitieran poner en juego diversos elementos propios de la matemática, pero sobre todo situaciones en que ellos y ellas propusieran alternativas para resolver dichos problemas a la par que se recogían herramientas matemáticas de interés. El centro de la interacción en el aula, sin embargo, estuvo puesto en la experimentación, la problematización y la conceptualización por parte del grupo de estudiantes. Se confirmó el supuesto de que la astronomía y la meteorología se constituyen en áreas que permiten este tipo de interacción y más aún, establecen múltiples rutas para el tratamiento de las matemáticas enfocadas en el aprendizaje en contexto.

No obstante, un hallazgo inesperado en la investigación sugiere que una interpretación de las matemáticas fundada en esta perspectiva puede encontrar por lo menos un importante foco de resistencia en los propios estudiantes, no tanto en las posibilidades que la astronomía y la meteorología presentan para la motivación de los chicos y chicas, especialmente cuando encuentran apoyo en REA, sino más bien en la exigencia correspondiente a procesos en los que se pide pensar, inferir y conceptualizar. Esta resistencia puede sin embargo ampliarse a un campo mayor, es decir, al contexto educativo nacional centrado en una matemática entendida como un conjunto de saberes que los y las estudiantes deben haber apropiado en su educación media. Esto puede percibirse en el carácter de los estándares de calidad en el área (centrados en contenidos y competencias más que en capacidades), el interés por la enseñanza de la matemática moderna, el carácter memorístico de las pruebas de Estado, la enseñanza eventualmente tradicional de la matemática en las instituciones de educación superior.

La astronomía y la meteorología apoyadas en REA, según se presentó en los resultados de esta investigación, constituyen campos en los que pueden comenzarse

experiencias de educación matemática fundamentadas en el aprendizaje en contexto. Esto es, ante la pregunta central de esta investigación referida a la incidencia de actividades didácticas basadas en estas ciencias sobre el aprendizaje en contexto de las matemáticas, se pudieron referir, en síntesis, varios aspectos: permiten el planteamiento de preguntas y problemas que pueden estructurar las interacciones en el aula; requieren la participación activa de los y las estudiantes en procesos de construcción colectiva de conocimiento, poniendo en juego procesos de pensamiento en diferentes niveles, desde la observación hasta la conceptualización; cuando hay apoyo en REA, pueden incidir de manera directa en la motivación y en el interés por el aprendizaje de las matemáticas; se orientan principalmente hacia un aprendizaje por comprensión en contraste a un aprendizaje memorístico; permiten el tratamiento de conceptos muy abstractos desde situaciones muy concretas, permitiendo hablar de matemáticas refiriéndose siempre a objetos concretos.

Dado el carácter de los REA implementados en los talleres propuestos para la recolección de información, la pregunta “¿qué relaciones se pueden establecer entre REA de astronomía y REA propuestos para matemáticas?” no pudo ser abordada de manera válida; ahora bien, los resultados obtenidos pueden servir de contraste para futuras investigaciones que quieran ahondar en esta relación.

Frente a la pregunta “¿Qué referentes conceptuales y procedimentales de las matemáticas de secundaria sustentan el estudio astronómico y meteorológico?”, en esta investigación se demostró que desde la astronomía y la meteorología se pueden abordar diversas temáticas relacionadas con las matemáticas. Además de las actividades que se pudieron implementar (descritas todas ellas en el apéndice E y F), se propusieron otras que, por el carácter del trabajo de campo, no pudieron aplicarse (ver apéndice G), pero que sugieren otras múltiples posibilidades para el tratamiento matemático de la astronomía y de

la meteorología específicamente en el grado décimo. En síntesis, los siguientes referentes conceptuales y procedimentales de las matemáticas pudieron ser abordados: construcciones con regla y compás, con fundamento en la geometría euclidiana; sistemas de medidas de ángulos, decimal y sexagesimal; definición y resolución de problemas relacionados con las razones y funciones trigonométricas; definición y aplicación del teorema de Pitágoras y de los teoremas del seno y del coseno y, finalmente, estudio estadístico de un conjunto de datos, partiendo de representaciones gráficas diversas.

Respecto de la última pregunta, es decir, “¿Cómo se pueden orientar intervenciones de aula y el establecimiento de clubes de astronomía escolares partiendo de los referentes de la astronomía, la meteorología y las matemáticas?”, en general, recogiendo en su conjunto todos los resultados, pero ya no sólo en el marco del aula de matemáticas sino también en el establecimiento de clubes de astronomía escolares, pueden considerarse como referentes, para orientar las actividades, un conjunto de elementos derivados:

- El interés previo por parte de estudiantes, explícito en sus preguntas referidas a la astronomía y a los fenómenos que trata, se constituye en amarre para evitar la dispersión y dichas preguntas permiten establecer una ruta para el tratamiento de problemas referidos a las matemáticas o a las ciencias. Este interés por parte de estudiantes puede asociarse también con que cada integrante del club sea consciente de su responsabilidad para la construcción colectiva de conocimiento y que sus procesos de aprendizaje dependen principalmente de su autonomía y disposición para el trabajo.
- El estudio de la astronomía en relación con las matemáticas y las ciencias debe considerar como soporte de las actividades el desarrollo de capacidades cognitivas relacionadas con el tratamiento de la información, tales como la comprensión de

problemas, la organización, la sistematización y el desarrollo de estrategias para la solución de problemas, pues se identifican éstas como causas de la desmotivación y el sentimiento de fracaso en estas áreas. Si bien los procedimientos matemáticos y propios de las ciencias apoyan el estudio de la astronomía, el centro de la interacción en el aula debe orientarse a los procesos de pensamiento y al aprendizaje por comprensión. Esta afirmación está sustentada en los hallazgos de este proyecto, que se han explicado en párrafos anteriores, sin embargo, confirman la postura, expuesta en el marco teórico, de que la formación matemática no debe estancarse en un repertorio de resultados y técnicas, sino que debe orientar el desarrollo de capacidades, valores y actitudes en el estudiantado para enfrentar situaciones, problemas y defender sus puntos de vista.

- Los REA animan la curiosidad de los estudiantes y son fuente de preguntas y problemas que pueden orientar el estudio de la astronomía y el abordaje de las matemáticas y de las ciencias. Es una ventaja la posibilidad de proponer la interacción con estos recursos inicialmente de manera grupal y posteriormente de manera individual, pues se enriquece así la interacción entre estudiantes y el planteamiento de preguntas y problemas. En este proyecto la principal potencia de los REA corresponde al uso de la imagen como posible ruta para el tratamiento de lo abstracto desde lo concreto.
- La posibilidad de socializar los hallazgos de cada pequeño grupo permite el surgimiento de nuevas preguntas y problemas, además que permite complementar los aprendizajes. El trabajo individual o en pequeños equipos debe, de esta manera, ser complementado por actividades diversas y continuas de socialización.
- La intencionalidad de las actividades está en estrecha relación con el sentido que los y las estudiantes encuentran a lo que estudian sobre la astronomía, pero en relación con la

matemática y las ciencias. Para el grupo de estudiantes resulta fundamental comprender, antes de desarrollar las actividades, cómo algunos aspectos referidos a la astronomía se asocian con elementos propios de las matemáticas. Para ellos y ellas resulta también esencial tener a la mano algunos presupuestos básicos de matemáticas que les permita poner en juego sus procesos de pensamiento referidos a situaciones específicas de la astronomía o de la meteorología: por ello se sugiere entonces contar con algunas herramientas matemáticas básicas que, aunque los y las estudiantes deban tener claras por su nivel académico, facilitan los procesos de pensamiento, inferencia y conceptualización por parte de ellos y ellas.

Finalmente, recogiendo los resultados y las conclusiones propuestas en esta discusión, es necesario resaltar que las situaciones de ambiente escolar influyen de manera directa en experiencias didácticas como las que se propusieron en esta investigación y que ésta es una variable que necesariamente debe tomarse en cuenta para futuras investigaciones que fundamenten sus intervenciones de campo en experiencias de construcción colectiva de conocimiento, con fundamento en el aprendizaje en contexto.

Un grupo de preguntas derivadas de esta tesis se pueden convertir en fundamento de futuras investigaciones relacionadas con el tema. En primer lugar, la pregunta “¿qué relaciones se pueden establecer entre REA de astronomía y REA propuestos para matemáticas?” sugiere un campo muy amplio de indagación, especialmente con la gran cantidad de recursos con que se cuenta en Internet tanto para la astronomía como para las matemáticas. En segundo lugar, otras preguntas pueden atender a las potencialidades para la enseñanza de procesos de pensamiento, el planteamiento y la resolución de problemas y la fijación de conceptos en matemáticas: ¿Cómo la enseñanza de la astronomía incide en el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con las matemáticas?, ¿Qué

potencialidades presenta la astronomía para el planteamiento y resolución de problemas y ejercicios en matemáticas?, ¿cómo incide la astronomía en la fijación de conceptos y procedimientos matemáticos?

5.1. Síntesis del capítulo 5

En este capítulo se plantearon algunas conclusiones que recogen el contraste expuesto en el capítulo anterior entre los hallazgos y los resultados obtenidos. En primer lugar, se explica cómo una concepción de matemáticas afecta de manera directa la mediación en el aula y cómo se entiende el aprendizaje de los estudiantes; se defiende aquí una postura que sugiere las matemáticas entendidas como *hacer matemáticas* y no sólo como un conjunto de saberes estancos. En segundo lugar, se reitera las potencialidades que la astronomía y la meteorología tienen para el aprendizaje en contexto de las matemáticas y para el tratamiento de problemas en el aula. Se reitera también la relevancia que los REA tienen para la motivación y como fuente de problemas relacionados con el área. En tercer lugar, se realiza una aproximación de algunas temáticas que pueden ser abordadas en relación con planes de estudio de educación media y en conformidad con el desarrollo de las experiencias con los talleres implementados. En cuarto lugar, se presentan algunas recomendaciones para el establecimiento de clubes de astronomía, recomendaciones que pueden considerarse también para la implementación de la astronomía en el aula de matemáticas. Finalmente se presentan algunas preguntas que pueden orientar futuras aproximaciones investigativas en el campo, especialmente porque los límites de la presente tesis no permitieron abordarlas.

Referencias

- Acosta, E.; Rodríguez, F.; Camargo, L. (2002). *Exploración, construcción, argumentación y demostración en la solución de un problema*. Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas (8-10 May 2002). Bogotá, Colombia.
- Barnett, M.; Yamagata-Lynch, L.; Keating, T.; Barab, S. y Hay, K. (2005). Using virtual reality computer models to support student understanding of astronomical concepts. *The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 24(4), 333-356.
- Bell, R. y Garofalo, J. (2003). Using Planetarium Software to Teach Standards-Based Lunar Concepts. *School Science and Mathematics*, 103(8), 397-401.
- Bonilla, E y Rodríguez, P. (1997). *Mas allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Santafé de Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma.
- Bronzina, L.; Chemello, G. y Agrasar M. (2009). *Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo (SERCE): Aportes para la enseñanza de la Matemática*. Santiago, Chile: Unesco. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180273s.pdf>
- Camargo, L. (2002). *Una experiencia de “descubrimiento” en clase de geometría*. Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas (8-10 May 2002). Bogotá, Colombia.
- Camino, N. y Gangui, A. (2012). Diurnal astronomy: using sticks and threads to find our latitude on earth. *The physics teacher*, 50, 40-41.
- Camino, N.; Steffani, M.; Gangui, A.; Sánchez, A. y Oliveira; M. (2009). Enseñanza de la Astronomía: Observación conjunta del Equinoccio de marzo. *Cuadernos SBPC, cuaderno 31*. Recuperado de http://www.sbpnet.org.br/site/arquivos/arquivo_256.pdf
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las tic en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 11(2), 171-194.
- Contreras, R. (2010). Recursos educativos abiertos: una iniciativa con barreras aún por superar. *Apertura*, 10 (13), 86-97.
- Devlin, K. (2003). *El lenguaje de las matemáticas*. Bogotá, Colombia: Intermedio.
- Dias, T.; Longhini, M. y Marques, D. (2011). A construção de um antigo instrumento para navegação marítima e seu emprego em aulas de Astronomia e Matemática. *Historia da Ciência e Ensino*, 4, 62-79

- Díaz, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Redie: Revista electrónica de investigación educativa*. 5(2). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol5no2/imprimir-contenido-arceo.html>
- Fernández, F. (2009). Taller de matemáticas a la luz de las estrellas. *Números: Revista didáctica de las matemáticas*, 72, 17-34.
- Fiallo, J.; Iglesias, R.; Urbina, J. (2002). *La modelación como estrategia de verificación y generalización en la solución de un problema de optimización*. Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas (8-10 May 2002). Bogotá, Colombia.
- Gangui, A. (2008a). El movimiento de los cielos: Una propuesta pedagógica para docentes de la escuela secundaria. *Ciencia Hoy*, 18(106), 58-62.
- Gangui, A. (2008b). El movimiento de los cielos: Una propuesta pedagógica para docentes de la escuela secundaria. *Ciencia Hoy*, 18(107), 54-63.
- Gangui, A. (2011a). Cómo construir y usar en el aula un sencillo reloj de sol ecuatorial. *Ciencia hoy*, 21(122), 50-53.
- Gangui, A. (2011b). Triángulos, senos y tangentes: matemática simple para construir un reloj de sol horizontal. *Ciencia hoy*, 21(126), 56-60.
- Gangui, A; Iglesias, M y Quinteros, C. (2007). *Astronomía en la escuela: situación actual y perspectivas futuras*. Actas de REF-XV, 15a Reunión Nacional de Educación en la Física. Recuperado de <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0807/0807.0418.pdf>
- Gangui, A; Iglesias, M y Quinteros, C. (2009). El movimiento de las sombras: Una propuesta de trabajo para la escuela secundaria. *Ciencia hoy*, 19(110), 48-56.
- García, G. (2008). Matemáticas en el Sistema Educativo Colombiano. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 13, 79-99
- Gil, D. y Guzmán, M. (2001). *La enseñanza de las ciencias y la matemática. Tendencias e innovaciones*. Madrid, España: Editorial Popular.
- González, J.; Núñez, J.; Álvarez, L.; González, P.; González, S. y Roces, C. (2003). ¿Cómo explicar tanto fracaso en el aprendizaje de las matemáticas? *Revista galego-portuguesa de psicología e educación*, 10 (8), 349-358.
- Guzmán, M. (1993). *Tendencias innovadoras en educación matemática*. Organización de Estados Iberoamericana de Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <http://www.oei.es/edumat.htm>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

- Kline, M. (1976). *El fracaso de las matemáticas modernas. ¿Por qué Juanito no sabe sumar?*. D.F, México: Siglo Veintiuno Editores.
- Kline, M. (1992). *El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Kline, M. (2001). *Matemáticas para los estudiantes de humanidades*. México D.F., México: Fondo de Cultura Económica.
- Lozano, L. y Camargo, L. (2002). *Exploraciones acerca de ángulos congruentes a partir de ambientes de aprendizaje dinámicos*. Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas (8-10 May 2002). Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional (autor corporativo). (1998). *Matemáticas, Lineamientos Curriculares: Áreas Obligatorias y Fundamentales*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional (Autor corporativo, editor). (2003). *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas. Memorias del Congreso Internacional*. Bogotá, Colombia: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (autor corporativo). (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas: Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Bogotá, Colombia: MEN.
- Morgan, C., Dunn, L., Parry, S. y O'Reilly, M. (2004). *The student assessment handbook: New directions in traditional and online assessment*. London: Routledge Falmer.
- Paenza, A. (2005). *Matemática... ¿Estás ahí?: Sobre números, personajes, problemas y curiosidades*. Buenos Aires, Argentina: Siglo Veintiuno Editores.
- Pérez, U.; Álvarez, M. y Lillo, J. (2010). Fray Martín Sarmiento y la Educación Científica. II. La enseñanza de las Matemáticas y la Astronomía. *Revista de Investigación en Educación*. 7, 37-49.
- Ramírez, M. (2009). *Construcción de instrumentos* [vídeo]. Disponible en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey, en el sitio Web: <http://videouv.itesm.mx/eg/ed5004/irpe02/index.htm>
- Ramírez, M. S. (2011a). *Modelos y estrategias de enseñanza para ambientes innovadores (presenciales y a distancia)*. Distrito Federal, México: ITESM.
- Ramírez, M. S. (2011b). *Triangulación e instrumentos para análisis de datos* [vídeo]. Disponible en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del

Tecnológico de Monterrey, en el sitio Web:
http://sesionvod.itesm.mx/acmcontent/b98fca5b-7cb6-4947-b8de-41ac3d3cdb9c/Unspecified_EGE_2008-06-19_05-29-p.m..htm

- Ryden, R. (1999). Astronomical math. *The mathematics teacher*, 92(9), 786-792.
- Sabín, Y.; Toledo, V.; Albelo, M.; García, L. y Pino R., J. (2005). Una herramienta de apoyo a la enseñanza del cálculo diferencial e integral a través de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(3), 60-62.
- Sagastizabal, M. y Perlo, C. (1999). *La investigación-acción como estrategia de cambio en las organizaciones*. Buenos Aires: Ediciones La Crujía.
- Santos Gómez, Piedad. (1997). ¿Por qué la matemática es un “dolor de cabeza”? *Reflexiones: Revista de la Facultad de Educación Universidad Autónoma de Bucaramanga*, 6 (7), 49-54.
- Teets, D. y Whitehead, K. (1998). Computation of planetary orbits. *The College Mathematics Journal*, 29(5), 397-404.
- Teets, D. (2007). The Mathematics of "Go To" Telescopes. *The College Mathematics Journal*, 38(3), 170-178.
- Toledo, V.; Sabín, Y.; Herrera, D.; Pino, J. y Cordovés, M.. (2005). Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y otras opciones en la clase de matemática. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(4), 60-62.
- Torrecilla, F (2009). Mejorar el desempeño de los estudiantes de américa latina: Algunas reflexiones a partir de los resultados del SERCE. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 14(41), 451-484.
- Urquina, H. (2002). *La Maloka: un caso de apropiación de nuevas tecnologías computacionales en la promoción del pensamiento variacional*. Congreso Internacional: Tecnologías Computacionales en el Currículo de Matemáticas (8-10 May 2002). Bogotá, Colombia.
- Valenzuela, G., y Flores, M. (2011). *Fundamentos de investigación educativa*. México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- Vicino, G. (2009). Dinamización matemática: un aporte astronómico a la enseñanza de las matemáticas. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 127-129.
- Woods, P. (1995). *La escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa*. Barcelona: Paidós.

Woods, P. (1998). *Investigar el arte de la enseñanza. El uso de la etnografía en la educación*. Barcelona: Paidós.

Zúñiga, L. (2007). El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*. 10 (1), 145-175.

Apéndices

Apéndice A. Checklist de observación no participante y participante

Guía de observación

Proyecto

Aprendizaje en contexto de las matemáticas desde la astronomía topocéntrica y sistemas meteorológicos apoyados en Recursos Educativos Abiertos (REA)

Fecha y hora del registro:

Nombre evaluador:

A continuación encontrará una serie de campos sobre los cuales podrá diligenciar, lo más detalladamente que le sea posible, las descripciones sobre los talleres que ha observado. Estas descripciones deberán estar en estrecha relación con los hechos reales que se viven al interior de la clase, en la interacción de todos los sujetos participantes. También serán fundamentales todas las apreciaciones personales, conjeturas y suposiciones que considere importantes para el proyecto en relación a las preguntas que se muestran a continuación; esto lo podrá hacer en el espacio identificado como “apreciaciones personales”, asegurándose siempre de realizar estas apreciaciones separadamente de las descripciones, que tienen un carácter más objetivo. Muchas gracias por su colaboración.

Preguntas que orientan la investigación:

¿Qué incidencias tiene la implementación de actividades didácticas de astronomía topocéntrica y de meteorología apoyadas en REA sobre el aprendizaje en contexto de las matemáticas en el caso de estudiantes de los grados noveno, décimo y décimo primero del Colegio Colombo Francés?

¿Qué relaciones se pueden establecer entre REA de astronomía y REA propuestos para matemáticas?

¿Qué referentes conceptuales y procedimentales de las matemáticas de secundaria sustentan el estudio astronómico y meteorológico?

¿Cómo estos referentes pueden orientar intervenciones de aula y el establecimiento de un club de astronomía en el colegio?

Campos orientadores para la observación

Aspectos referidos a la motivación

- Evidencias de motivación e interés en los talleres. ¿Se evidencian actitudes negativas hacia las matemáticas y éstas influyen en la motivación? ¿Los chicos buscan autónomamente profundizar en lo aprendido o en sus preguntas?
- Efectos sobre la actitud de los sujetos frente a sus aprendizajes cuando lleva a cabo las actividades.
- Situaciones de éxito (o fracaso) y confianza (o desconfianza) sobre las propias capacidades para las matemáticas.

Aspectos referidos al aprendizaje

- Habilidades de pensamiento que los y las estudiantes ponen en juego durante las actividades.
- Estilos de aprendizaje y capacidades de estudiantes frente a las matemáticas que son más notorias.
- Potencialidades y desventajas de las actividades para las matemáticas: sobre el planteamiento y resolución de problemas, atención a los diversos estilos de aprendizaje, facilidades para aprender, etc.
- ¿Qué prima durante las actividades: los contenidos y temáticas de las matemáticas o las habilidades de pensamiento?
- ¿Cómo se evidencia el paso de lo concreto a lo conceptual y luego a lo simbólico durante las actividades?
- Interacciones y procesos de construcción entre estudiantes que favorecen o fueron favorecidas por las actividades.
- Diferencias entre una clase ordinaria y los talleres. Alternativas para el aprendizaje.
- ¿Cómo se transforman las concepciones o ideas previas?

Aspectos referidos a los REA

- Diferencias entre talleres con REA y clases ordinarias.
- Potencialidades y desventajas de los REA: para el aprendizaje y para la enseñanza, sobre los procesos cognitivos, para la interacción, sobre la motivación y el interés, etc.
- ¿Cómo los REA de astronomía ayudan para las matemáticas y cómo los REA de matemáticas apoyan a la astronomía?
- Incidencia de los REA para el planteamiento y resolución de problemas.

Apreciaciones personales

Apéndice B. Estructura del diario de campo

Fecha y hora de la actividad registrada: Lugar en que se desarrolló la actividad: Asistentes: Propósitos de la actividad: Corta descripción de la actividad:	
Descripción de las situaciones Observadas	Apreciaciones, conjeturas, supuestos y nuevas preguntas según lo observado

Apéndice C. Formato de entrevista a estudiantes (individual y colectiva)

Guía de entrevista

Presentación

La siguiente entrevista se te realizará con la intención de recoger todas las percepciones que tienes sobre los talleres en los que has participado durante este semestre asociados con la astronomía, la meteorología y las matemáticas. Puedes responder a todas las preguntas según creas más conveniente, aún cuando tus afirmaciones no sean favorables respecto de los talleres, pues todas tus opiniones resultarán muy valiosas. La información de esta entrevista será conservada en el anonimato y nunca se dirá que fuiste tú quien la dio, se utilizará únicamente en el marco del proyecto de investigación. Se te entregará una transcripción para que estés conforme con lo que has respondido. Esta entrevista podría durar una hora, por tanto la realizaremos en dos sesiones de media hora.

Preguntas

- ¿De qué manera los talleres incidieron en tu motivación y en tu interés por aprender matemáticas?
- ¿Qué piensas sobre la posibilidad de aplicar lo que aprendes en algo concreto como la astronomía o la meteorología?
- ¿Cómo influyeron los talleres en tu seguridad frente al área y en el éxito para aprender las matemáticas? ¿Cómo influyó esto en estar o no más motivado para esta materia?
- ¿Cómo influye una actitud negativa frente a las matemáticas para aprenderlas?
- ¿De qué manera los conceptos, nombres, ecuaciones y procedimiento matemáticos influyeron en tu motivación?
- ¿De qué manera los talleres te incitaron a profundizar sobre las matemáticas en lo que veías durante los talleres?
- ¿Qué importancia crees que tuvo la posibilidad de plantear y resolver problemas durante las actividades?
- ¿Qué crees que tuvo mayor importancia: tu capacidad para pensar o tus conocimientos de las matemáticas?
- ¿Cómo los talleres favorecieron o perjudicaron la posibilidad de interactuar con compañeros y compañeras?
- ¿Cómo los talleres favorecieron o perjudicaron la posibilidad de construir tú mismo conocimientos?
- ¿Sientes que los talleres están acordes con tu forma de aprender y estudiar? ¿Lo están con la forma de aprender y estudiar de tus compañeros y compañeras?
- ¿Qué diferencias hay entre la forma en que se trabaja la matemática en los talleres y como se hace en el aula?
- ¿Qué ventajas y desventajas respecto del aula tradicional presentan la astronomía y el sistema meteorológico apoyados en REA?
- ¿De qué manera se facilita el abordaje de conceptos, procesos y procedimientos matemáticos con actividades asociadas al estudio de la astronomía?
- ¿Qué ideas que tenías muy seguras antes se transformaron gracias a los talleres?
- ¿Qué ventajas y desventajas encuentras en el uso de los REA para estudiar matemáticas o astronomía?

Apéndice D. Tabla de triple entrada

Fuentes e instrumentos Categorías e indicadores	Estudiantes	Docente investigador	Docente no investigador	Bitácoras	Fundamento teórico, páginas
	Entrevistas	Diarios de campo (observación participante y no participante)		Análisis de documentos	
APRENDIZAJE EN CONTEXTO DE LAS MATEMÁTICAS					
<i>Motivación e interés</i>					
<i>¿Cómo incide en la motivación la utilidad de los saberes, cuando ésta es percibida en el contexto de la astronomía y del sistema meteorológico con apoyo en REA?</i>	X			X	González, Núñez, Álvarez, González, González y Roces (2003), p.355
<i>¿Cómo se evidencia la motivación y el interés por las matemáticas cuando hay fundamento en el aprendizaje en contexto?</i>	X		X		Guzmán (1993) Santos (1997) Gil y Guzmán (2001) Kline 2001, p.41
<i>¿Qué efectos sobre el sujeto que aprende tiene el hecho de contextualizar un saber?</i>	X		X	X	Vicino (2009) Guzmán (1993) Gil y Guzmán (2001)
<i>¿Qué evidencias hay de confianza y de expectativas de éxito frente al aprendizaje del área durante las actividades?</i>	X			X	
<i>¿Cómo influye la confianza y el éxito en el área durante las actividades sobre la motivación?</i>	X		X		González, Núñez, Álvarez, González, González y Roces, (2003), pp.351, 355
<i>¿Qué incidencia tienen sobre la motivación las posibles actitudes negativas frente al área?</i>	X		X		
<i>El uso de lenguaje formal o no formal,</i>	X			X	Guzmán (1993)

<i>¿cómo incide en la motivación y el aprendizaje?</i>				Santos (1997) Gil y Guzmán (2001) Kline (1976)
<i>¿Qué interés muestran los y las estudiantes por profundizar autónomamente sobre lo aprendido?</i>	X		X	
Resultados en los procesos de aprendizaje				
<i>¿Qué habilidades de pensamiento se desarrollan con las actividades implementadas?</i>			X	Guzman, (1993) Gil y Guzmán (2001)
<i>¿Cómo influyen las actividades propuestas en la resolución de problemas en contexto?</i>			X	Díaz (2003) García (2008), p.82
<i>¿Qué importancia tuvo la resolución de problemas durante las actividades?</i>	X		X	Bronzina, Chemello y Agrasar (2009), p.36
<i>¿Cómo se clasifica la relevancia dada a los contenidos matemáticos en contraste a los procesos de pensamiento?</i>	X		X	Ramírez (2011), p.127
<i>¿Cómo se evidencia el paso de lo concreto a lo conceptual y luego a lo simbólico?</i>			X	Ministerio de Educación Nacional, (1998)
<i>¿Qué procesos de interacción fueron favorecidos y favorecieron el desarrollo de las actividades?</i>	X		X	García (2008), p.81 Díaz (2003)
<i>¿Qué procesos de construcción fueron favorecidos y favorecieron el desarrollo de las actividades?</i>	X		X	
Estilos de aprendizaje y potencialidades diversas de estudiantes				
<i>¿Qué estilos de aprendizaje son más evidentes durante los talleres?</i>			X	González, Núñez, Álvarez, González,
<i>¿Qué potencialidad frente al área son más evidentes durante los talleres?</i>			X	González y Rocés, (2003), p.351

<i>¿Cómo se atiende a los diversos estilos de aprendizaje con la estrategia implementada?</i>	X	X	X	Sabín, Toledo, Albelo, García y Pino, (2005), p.60
<i>¿Cómo se atiende a las diversas potencialidades con la estrategia implementada?</i>	X	X	X	
APORTES DE LA ASTRONOMÍA Y DEL SISTEMA METEOROLÓGICO SOBRE EL APRENDIZAJE				
<i>Comparaciones entre talleres y aula</i>				
<i>¿Qué diferencias hay entre la forma en que se trabaja la matemática en los talleres y como se hace en el aula?</i>	X	X		Guzmán (1993) Gil y Guzmán (2001)
<i>¿Qué ventajas y desventajas respecto del aula tradicional presentan la astronomía y el sistema meteorológico apoyados en REA?</i>	X	X		
<i>¿Qué alternativas para el aprendizaje se pueden enumerar desde la experiencia en los talleres?</i>	X	X		Ramírez (2011) p.3
<i>¿Cuál es papel de los contenidos temáticos comparativamente con los procesos de pensamiento?</i>		X	X	Guzmán (1993) Gil y Guzmán (2001)
<i>Relevancia para el aprendizaje de las matemáticas</i>				
<i>¿Qué importancia representaron los problemas de la historia de la astronomía y la meteorología durante las actividades?</i>	X	X	X	Guzman (1993), p.9-10 Gil y Guzman (2001) Ryden (1999), p.786
<i>¿Qué potencialidades presenta la astronomía para el planteamiento de ejercicios y problemas reales?</i>		X	X	Morgan, Dunn, Parry y O'Reilly (2004) Teets y Whitehead (1998), p.397

<i>¿De qué manera se facilita el abordaje de conceptos, procesos y procedimientos matemáticos con actividades asociadas al estudio de la astronomía?</i>	X	X		Teets y Whitehead (1998), p.397
<i>¿De qué manera se transforman las concepciones alternativas?</i>	X	X		Gangui, Iglesias y Quinteros (2007)
LOS REA FRENTE AL APRENDIZAJE				
<i>Complementariedad en tipos de REA</i>				
<i>¿Qué potencialidades presentan los REA relacionados con matemáticas para el tratamiento de datos astronómicos y meteorológicos?</i>	X	X	X	Fiallo, Iglesias y Urbina, (2002) Camargo (2002)
<i>¿Qué potencialidades presentan los REA relacionados con astronomía para el aprendizaje de las matemáticas?</i>	X	X	X	
<i>REA para el aprendizaje en contexto</i>				
<i>¿Cómo facilitan u obstaculizan los REA el aprendizaje en contexto?</i>	X	X		
<i>¿Cómo facilitan u obstaculizan los REA la enseñanza enfocada al aprendizaje en contexto?</i>		X		Fiallo, Iglesias y Urbina, (2002) Camargo (2002)
<i>¿Cómo inciden los REA en los procesos cognitivos y cognoscitivos (modelación, comprensión, análisis, etc.) de los y las estudiantes?</i>	X	X		Castillo (2008), p.185
<i>¿Cómo inciden los REA en el planteamiento de problemas?</i>		X	X	Fiallo, Iglesias y Urbina, (2002) Acosta, Rodríguez y Camargo (2002)
<i>¿Qué potencialidades presentan los REA como medios para construcción en</i>	X	X		Castillo (2008), p.185) Urquina (2002)

<i>matemáticas desde la astronomía?</i>				Lozano y Camargo (2002) Camargo (2002)
<i>¿Qué potencialidades presentan los REA para la comunicación y la interacción?</i>	X	X		
<i>REA frente a la motivación</i>				
<i>¿Cómo inciden los REA sobre la motivación para el abordaje de las matemáticas?</i>	X	X		Fiallo, Iglesias y Urbina, (2002)
<i>¿Cuál es la incidencia respecto del tedio de los REA cuando se utilizan para la astronomía y el análisis meteorológico?</i>	X	X		Lozano y Camargo (2002) Toledo, Sabín, Herrera, Pino y Cordovés (2005), p.62

Apéndice E. Planeación de talleres

Taller 1

Presentación del proyecto, construcción del observatorio y la danza del sol

Propósitos

- Reconocer las características y condiciones de los talleres que se implementarán.
- Motivar a chicos y chicas a la participación voluntaria y comprometida en los talleres.
- Identificar las bitácoras como estrategias de registro y de aprendizaje con fundamento en los textos argumentativos y explicativos.
- Reconocer el proceso de construcción de un observatorio solar.
- Identificar los movimientos aparentes del Sol partiendo de observaciones directas y del observatorio virtual.

Actividades

1. Presentación del proyecto y de los talleres por medio de un *prezi*, identificando las expectativas y proyecciones de los chicos y chicas sobre estos talleres. Mediación del docente para aclarar la funcionalidad de las bitácoras y su personalización: la importancia de un registro propio, resaltar la relevancia de las preguntas, promover múltiples formas de representación (visual, escrita, filmica, etc.), registrar sólo lo que comprendo y también registrar cuando no se comprende, etc. Para aclarar las características de la bitácora, se realizará una lectura colectiva de los géneros textuales, específicamente los géneros argumentativos y explicativos. Se realizarán ocasionales socializaciones de las bitácoras, para lo cual se escanearán y al azar cada estudiante presentará sus registros, durante unos minutos de cada sesión de trabajo. **Tiempo: 1 hora.**

2. Recolección de concepciones previas sobre el movimiento aparente del Sol. Los estudiantes plantearán todas las ideas y concepciones que tengan sobre el movimiento aparente del Sol. Algunas preguntas que orientarán esta conversación serán:

- a. ¿Qué se mueve: el Sol o la Tierra? ¿Cómo podemos saberlo con seguridad?
- b. ¿Qué puede decirse sobre la existencia de un sistema de referencia absoluto? ¿Qué sistema de referencia es más conveniente para la observación de los movimientos del Sol? Se mostrará un modelo de sistemas de referencia relativos de *Modellus* para enriquecer la discusión.
- c. ¿Por dónde sale el Sol? ¿Cómo cambia su movimiento en el tiempo y respecto del horizonte?
- d. ¿Qué se requiere para saber cómo se mueve el Sol? **Tiempo: 1 hora.**

3. Presentación con imágenes de observatorios solares y sus características (líneas del solsticio, equinoccios, puntos cardinales, etc). Esta actividad estará orientada a motivar la construcción o reconstrucción del observatorio propio en el colegio y la realización de algunas salidas pedagógicas a observatorios astronómicos de otros lugares. **Tiempo: 1 hora.**

4. Partiendo de una guía de trabajo se realizará la construcción de un observatorio solar. En dos grupos, los chicos y chicas, pensarán el diseño de dos observatorios solares. Dos problemas orientarán esta construcción: a) el observatorio actual está siendo cubierto por la sombra de un árbol, por tanto necesitamos contar con nuevos espacios para el seguimiento de la sombra meridiana; b) ya está identificada la línea norte-sur y necesitamos trasladarla a los nuevos observatorios sin perder esta precisión. Para el tratamiento de estos problemas y para el diseño del observatorio se mediará sobre las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuál es la forma más adecuada para el observatorio solar? (cómo construir un cuadrado o un círculo perfecto).
- b. ¿Qué elementos debe contener el observatorio para estudiar el movimiento del Sol? (Identificar aquí la importancia del gnomon la marcación de los puntos cardinales, las líneas norte-sur y oriente-occidente).
- c. ¿Cómo se pudo haber ubicado la línea norte-sur anteriormente?
- d. Identificación de los puntos cardinales y estrategias para hacerlo.
- e. Uso del teorema de Pitágoras y la cuerda de los 12 nudos. **Tiempo: 1 hora.**

5. Exploración del Stellarium y comprobación de los movimientos aparentes del Sol. Partiendo de una guía de trabajo se mediará la exploración del programa y se identificará el movimiento del Sol en Medellín sobre el oriente, el occidente y el cénit durante el año. **Tiempo: 1 hora.**

6. Partiendo de una guía de trabajo se realizarán las primeras observaciones del movimiento aparente del sol, realizando medidas de la sombra meridiana. Para determinar la inclinación del Sol sobre el Meridiano del observador y respecto del Ecuador celeste, se propondrán tres procedimientos: medida directa del ángulo de inclinación con un transportador, traslación por medio de tangentes a una circunferencia de la sombra meridiana y aplicación de las razones trigonométricas. **Tiempo: 1 hora.**

7. Se realizará una salida pedagógica al observatorio solar de San Pedro, en el que se profundizará en el estudio de los aspectos tratados.

Taller 2

Nuestra posición en el mundo y en el universo

Propósitos

- Analizar los movimientos terrestres tomando como referente las observaciones cotidianas del Sol y de los cambios climáticos.

- Diferenciar las características y causas de los solsticios y equinoccios.
- Relacionar la influencia que tiene el Sol y los movimientos terrestres con los cambios percibidos en la atmósfera (periodos de lluvia y sequía, estaciones, temperaturas, etc.).
- Comprender los sistemas de posicionamiento global, los husos horarios y la división geográfica del planeta en océanos y continentes.

Descripción de las actividades

1. Partiendo de una guía de trabajo se explorarán los movimientos terrestres haciendo uso del globo terráqueo y del Google Earth. La actividad será realizada por pequeños grupos de trabajo y se realizarán ocasionales socializaciones y orientaciones por parte del docente. La mediación del docente estará principalmente orientada a comprender la importancia de un sistema de referencia y la relatividad que dicho sistema representa. **Tiempo 2 horas.**

2. Comprendiendo los movimientos terrestres, se realizará una actividad de exploración y de análisis de las posibles causas de los solsticios, equinoccios y de las estaciones o períodos climáticos del año; dicha actividad estará orientada a partir de una guía de trabajo. Después de que los chicos y las chicas hayan realizado una exploración previa y hayan sacado algunas conclusiones, se explicarán, por medio de la esfera armilar, estos fenómenos. **Tiempo 2 horas.**

3. Explorando el globo terráqueo se identificarán con chicos y chicas los diferentes continentes y océanos. Después de identificarlos, siguiendo una guía de trabajo, se analizará el sistema de posicionamiento global y se realizarán algunas prácticas para ubicar diversos puntos de la tierra. Se realizará una confirmación de los puntos hallados usando el Google Earth. Como resultado de la exploración realizada se deducirá con los chicos y chicas la comprensión de los husos horarios. **Tiempo 2 horas.**

Apéndice F. Guías de trabajo

Texto para apoyar el registro en las bitácoras

Géneros textuales

Géneros argumentativos: el texto argumentativo

Los géneros argumentativos en la producción textual pueden entenderse, por ejemplo, con la situación en que discutimos en la familia, con los vecinos o con los amigos buscando hacer prevalecer una opinión: en tales casos se está haciendo uso de la argumentación.

¿Qué es argumentar?

Argumentar es tomar una posición frente a un tema controvertido, exponer una opinión, defenderla y convencer a otro o a varios interlocutores, presentando argumentos y contra-argumentos. La argumentación busca reducir un desacuerdo o producir un cambio en el comportamiento o en la opinión del destinatario. Argumentar implica dialogar con el pensamiento del otro.

¿Qué es un argumento?

Son las razones que justifican un punto de vista, un argumento es aquello que puede ayudar a hacer aceptar una conclusión. Ejemplo:

El automóvil contamina la atmósfera, hace ruido y constituye un peligro para los peatones (razón uno).

Las ciudades presentan actualmente numerosos problemas debidos a la excesiva utilización de vehículos (razón dos).

Yo pienso, consiguientemente, que sería necesario limitar los transportes motorizados individuales (conclusión).

¿Qué es un contra-argumento?

El contra-argumento es un argumento contrario a la posición defendida. Es una razón destinada a anular o a refutar un argumento adversario. Por ejemplo:

En realidad yo pienso que, dada la inmensa industria automotriz, lo que se debería hacer no es limitar los transportes motorizados individuales, sino la producción exagerada de automotores.

Géneros explicativos: el texto explicativo

El género explicativo puede definirse como aquel que pone una solución al problema o provee una respuesta a una cuestión que el productor del texto se formula o que retoma de otros. Un texto explicativo tiene como objetivo hacer entender alguna cosa al destinatario, comentar sus conocimientos, transmitirle una interpretación de los hechos, de los datos, de conocimientos supuestamente no conocidos por él.

¿Qué características tiene un texto explicativo?

Se propone una fase de problematización en la que se asegura la articulación del texto con la situación que se quiere comunicar. Es la exposición de un problema, constatando un fenómeno y formulando una pregunta en relación al mismo.

Cuenta con una fase explicativa en la que se resuelve el problema, proponiendo una explicación, esto es, una representación general del fenómeno constatado, validando cualquier circunstancia. Esta fase puede presentarse de manera cronológica, explicando etapas; se puede presentar también una interpretación global del fenómeno, incluyendo la afirmación general, definición, presentación de causas, modos de desarrollo del fenómeno, diversos casos posibles de realización, ejemplos.

Una fase conclusiva está constituida sea por un comentario evaluativo de la explicación, sea por otras consideraciones.

Un título, que puede presentarse bajo la forma de pregunta o condensando la concepción general del fenómeno expuesto en el texto.

Exploración del stellarium y del movimiento aparente del sol

Propósitos

- Reconocer las características y propiedades del Stellarium como planetario virtual.
- Identificar los movimientos aparentes del sol partiendo de observaciones en el observatorio virtual.

Actividades

1. Instala el programa, siguiendo las instrucciones que presenta Windows. Abre el Stellarium por inicio y todos los programas y realiza una exploración sistemática de sus botones, aplicaciones, posibilidades y potencialidades. Identifica los puntos cardinales, el cénit, el meridiano del observador, algunas estrellas conocidas o la Luna, visita tu constelación, etc.

2. Busca la opción “ventana de ubicación” y encuentra con precisión nuestro colegio en el mapa que se te ofrece.

¿Cuáles son las coordenadas geográficas y la altitud del Colombo?

3. Busca la opción “ventana de fecha/hora” y ubicándose en el oriente escribe la hora del amanecer. Cambia luego los días y luego los meses durante exactamente un año. Cambia después el año durante una década. Realiza luego el mismo procedimiento para la hora del atardecer. Realiza un registro cuidadoso en tu bitácora de lo que observas.

¿Cómo es el movimiento del sol?

¿Qué cambios consideras importantes en su movimiento?

¿Cómo explicar, a partir de lo visto, la posibilidad de que haya días más largos o más cortos?

¿Cómo cambia la velocidad del Sol en determinados períodos del año?

Diseño del observatorio solar con regla y compás

Propósitos

- Reconocer el proceso de construcción de un observatorio solar.
- Explorar el uso de la regla y el compás para la traslación de la línea norte sur (o construcción de una línea paralela a otra dada y que pase por un punto dado).

Actividades

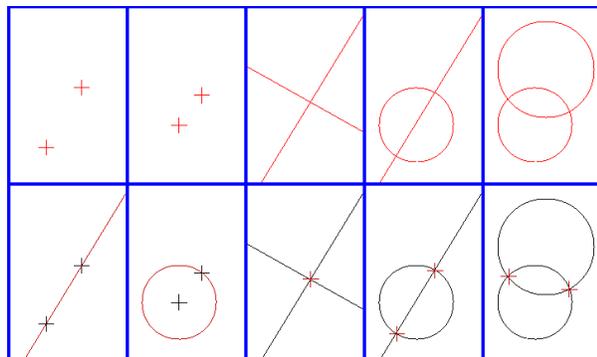
Para la construcción del observatorio solar hemos identificado el problema de trasladar la línea norte-sur a una nueva posición. Hemos también propuesto algunas alternativas para hacerlo, sin embargo, en esta práctica buscaremos resolver este problema usando de manera exclusiva una regla y un compás.

1. En conversación con tu mesa de trabajo, determina por qué es más efectivo el uso de regla y compás para trasladar la línea norte-sur de nuestro observatorio solar.
2. Con tu mesa de trabajo explora una manera posible de construir la nueva línea norte-sur usando de forma exclusiva una regla y un compás. Registra en tu bitácora el procedimiento que propongan.

Para proponer tu procedimiento te resultarán útiles las siguientes construcciones básicas y el ejemplo de construir un triángulo equilátero:

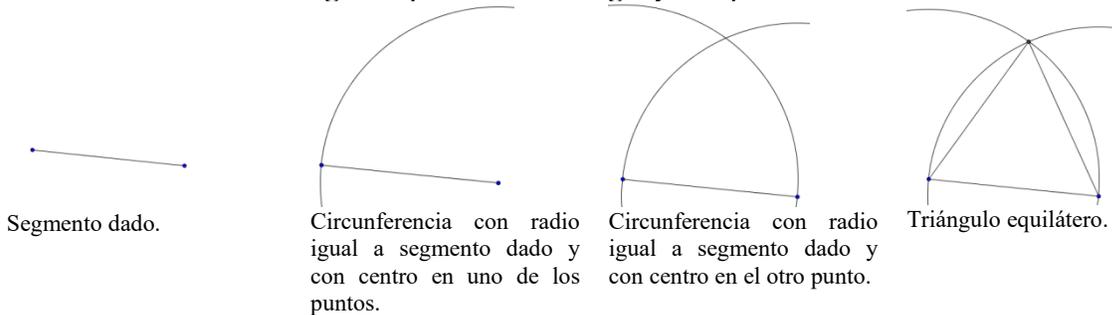
Construcciones básicas con regla y compás¹

- a. Crear el segmento de recta que une dos puntos preexistentes.
- b. Crear el círculo con centro en un punto dado y cuya circunferencia toca otro punto dado
- c. Crear el punto en el que se intersecan dos rectas no paralelas.
- d. Crear el punto, o la pareja de puntos, en los que se intersecan (si lo hacen) una línea y una circunferencia.
- e. Crear el punto, o la pareja de puntos, en los que se intersecan (si lo hacen) dos circunferencias.



¹ Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Regla_y_comp%C3%A1s.

Construcción de un triángulo equilátero con regla y compás



3. Realiza en tu bitácora el diseño a escala del nuevo observatorio astronómico según las características del observatorio actual usando para ello la construcción de la nueva línea norte-sur.
4. Usando una vara recta como regla y una cuerda tensada en dos puntos como compás, construye en el viejo observatorio astronómico los nuevos observatorios solares.

Procedimientos alternativos para determinar la línea Norte-Sur

Existe una serie de procedimientos para la determinación de la línea norte-sur, sobre la que estuvimos trabajando en esta actividad. Uno de los procedimientos más inmediatos consiste en utilizar la brújula, sin embargo, la línea que encontremos así no va a coincidir de manera exacta con la que actualmente hay en el observatorio (las futuras experiencias con la astronomía nos llevarán a comprender por qué sucede esto).

Un procedimiento que, no obstante, puede coincidir mejor con la línea actual, consiste en trazar una circunferencia cualquiera en la superficie del observatorio con un radio igual a la sombra que el Sol esté proyectando a una hora determinada del día; señalar con un punto la intersección entre la sombra y la circunferencia que acabamos de trazar y esperar hasta otra hora determinada del día en que la sombra vuelva a coincidir con la circunferencia. Si trazamos una línea perpendicular a la línea formada por los dos puntos que encontramos, dicha perpendicular coincide con la línea norte-sur. Con tu equipo de trabajo realiza esta experiencia para confirmar la precisión del observatorio que hemos construido, ¿Cuál será la mejor hora para realizar esta experiencia?

Otro procedimiento consiste en esperar a que el Sol proyecte la sombra más corta del gnomon. Dicha sombra estará orientada hacia el norte. Con qué tipo de trabajo discute la efectividad de este procedimiento y por qué razón dicha sombra en efecto se proyecta hacia el norte, realiza luego la experiencia.

Medida de la sombra meridiana: inclinación del Sol respecto del cénit

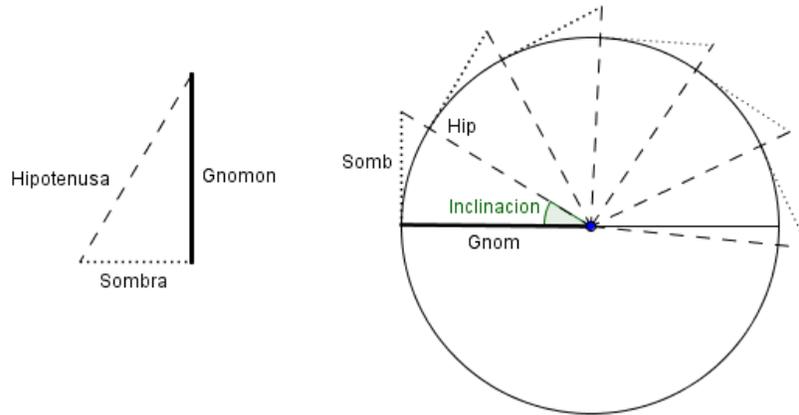
Propósito

- Determinar la inclinación del sol sobre el meridiano del observador y respecto de la línea del Ecuador celeste por medio de diversos procedimientos.

Actividades

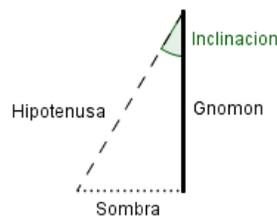
Los calendarios y los relojes solares, nuestra posición geográfica en el planeta, las variaciones en el clima (épocas de lluvia y sequía y, en otras latitudes, las estaciones), entre otras muchas variables, están directamente influenciadas por la inclinación del Sol en las diferentes épocas del año. En esta guía de trabajo exploraremos diversos procedimientos para determinar la inclinación del Sol respecto del cénit al medio día. Para trabajos futuros, el seguimiento sistemático de esta inclinación nos permitirá diseñar calendarios solares, entender el movimiento aparente del Sol y determinar su influencia en los cambios climáticos ocurridos en nuestra ubicación geográfica.

1. ¿Cómo cambian las sombras proyectadas por el Sol durante el año? ¿Cómo se explican éstos fenómenos según lo explorado en el Stellarium cuando observamos el movimiento aparente del Sol? Conversa con tus compañeros al respecto y realiza un registro en tu bitácora de las conclusiones a las que llegan.
2. Realiza una descripción de las características del **gnomon**, su aplicación en el observatorio y la manera de disponerlo para la toma de datos.
3. **Primer procedimiento para medir la inclinación del Sol:** sujetando una cuerda desde el extremo del gnomon hasta el extremo de la sombra proyectada, es posible medir el ángulo formado usando un transportador. ¿Qué relación existe entre este ángulo y el ángulo de inclinación del Sol?
4. **Segundo procedimiento:** trazando una circunferencia en la arena o en algún lugar del suelo, usando como radio la longitud del gnomon, es posible obtener una medida aproximada del mismo ángulo que medimos anteriormente, esta vez sin usar el transportador. Para ello es necesario transportar el triángulo que forma la sombra, el gnomon y una línea imaginaria que va desde el extremo de ambos (la hipotenusa) y ubicarlo sobre la circunferencia tantas veces como sea necesario para cubrir un ángulo de 180° :



¿Cómo podríamos encontrar la medida de la inclinación de esta manera?

5. **Tercer procedimiento:** las razones trigonométricas son relaciones entre los lados de un triángulo rectángulo. Cada relación posible tiene un nombre y en el caso del triángulo que hemos venido analizando, es posible definir por lo menos tres razones trigonométricas:



$$\text{seno}(\text{inclinacion}) = \frac{\text{Sombra}}{\text{Hipotenusa}} \quad \text{coseno}(\text{inclinacion}) = \frac{\text{Gnomon}}{\text{Hipotenusa}} \quad \text{tangente}(\text{inclinacion}) = \frac{\text{Sombra}}{\text{Gnomon}}$$

Para cada ángulo de un triángulo existe un valor para cada razón trigonométrica. De la misma manera, cada valor de una razón trigonométrica está asociada a un ángulo de un triángulo. En la calculadora aparecen las teclas \sin^{-1} , \cos^{-1} y \tan^{-1} , que arrojan el valor del ángulo correspondiente a una razón dada. ¿Partiendo de todo esto, cómo es posible encontrar el valor de la inclinación?

Los movimientos de la tierra

Propósito

- Analizar los movimientos terrestres tomando como referente las observaciones cotidianas del Sol y de los cambios climáticos.

Actividades

Cotidianamente vemos que el Sol aparentemente sale por el oriente y se oculta por el occidente. Usando la brújula o identificando algunos puntos de referencia, también podemos saber con certeza dónde está el norte y el sur.

1. En un globo terráqueo identifica el norte y el sur, luego el oriente y el occidente. Realiza en tu bitácora un resumen de las conclusiones que saquen en grupo.
2. Utilizando el globo terráqueo, representa, según lo anterior, la dirección del eje terrestre y de la rotación de la Tierra alrededor de dicho eje: ¿Cómo está el Sol ubicado respecto de la Tierra? ¿Cómo se diferencian los movimientos diarios de la Tierra y los que son anuales? Escribe las conclusiones en tu bitácora.
3. Haciendo uso de Google Earth y con el zoom adecuado, ubica el planeta tomando en cuenta el norte y el sur de tu posición actual y con el mouse haz que realice un movimiento de rotación, considerando que tu cara representa el Sol. Complementa las conclusiones obtenidas durante la actividad.

Posicionamiento global y husos horarios

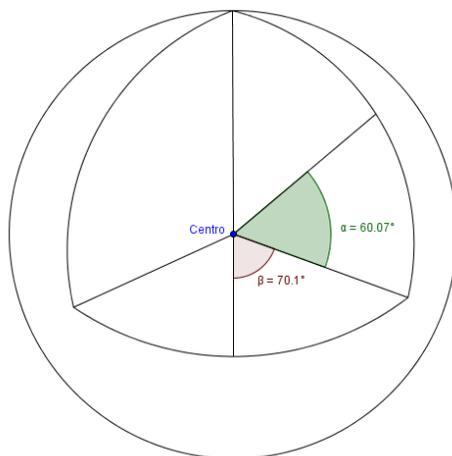
Propósito

- Comprender los sistemas de posicionamiento global y los husos horarios.

Actividades

1. Identifica en el globo terráqueo los meridianos y los paralelos que son las líneas que atraviesan océanos y continentes; identifica dentro de los paralelos la línea del Ecuador y dentro de los meridianos la línea de Greenwich; identifica también los diferentes ángulos que corresponden a cada paralelo y a cada meridiano.

Para comprender qué representa cada uno de estos ángulos, debes imaginar que cada uno de ellos se mide considerando un punto en el centro de la tierra y la abertura producida por la distancia que hay entre un punto y otro en la superficie:



Los ángulos medidos entre meridianos se denominan longitud y aquellos medidos entre paralelos se denominan latitud. Los ángulos siempre se miden desde la línea del Ecuador o desde la línea de Greenwich y pueden estar, en el primer caso, hacia el norte o hacia el sur y, en el segundo caso, hacia el oriente o hacia el occidente.

2. Identifica algunos lugares del globo terráqueo en donde intercepten un meridiano y un paralelo. ¿Cuáles son sus coordenadas geográficas?

3. Debido a que la superficie terrestre es representada por distancias muy grandes, se requieren medidas de ángulos más precisas que las que pueden brindar los grados. Por esta razón, cada grado puede dividirse en 60 partes iguales y cada parte representa un minuto. Cada minuto, a su vez, puede dividirse en 60 partes iguales y cada parte representará un segundo. Identifica esta vez en el globo terráqueo puntos de interés que no necesariamente estén en una intersección entre meridianos y paralelos y escribe, lo más aproximadamente posible, su posición geográfica.

4. Confirma cada una de tus medidas en Google Earth.

5. Piensa en lo siguiente: si la tierra demora 24 horas en dar un giro completo y si las 0:00 horas correspondiesen a la zona comprendida entre el meridiano de Greenwich y el inmediatamente siguiente, ¿qué hora sería en nuestro país? ¿Qué hora sería en otros lugares del mundo?

Apéndice G. Talleres y guías de trabajo para otras actividades con estudiantes

TALLER LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA Y LAS VARIABLES DEL TIEMPO ATMOSFÉRICO

PROPÓSITOS

- Identificar las variables del tiempo atmosférico, sus características y procedimientos de medida.
- Reconocer los instrumentos, procedimientos de sistematización y de medida y demás características de la estación meteorológica.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

1. Presentación con diapositivas de estaciones meteorológicas en diversos espacios, como estrategia de motivación para el acercamiento a la estación del colegio. **Tiempo 1 hora.**
2. Se entregará a cada estudiante un formato de sistematización de la estación identificando cada uno de los elementos que lo componen y su significado: longitud y latitud, variables del tiempo atmosférico, etc. Este primer acercamiento al formato permitirá introducir las experiencias que se realizarán con las variables del tiempo atmosférico. **Tiempo 30 minutos.**
3. Se realizará una visita a la estación meteorológica del colegio, para manipular los instrumentos de medida, reconocer su funcionamiento y profundizar en torno a las variables del tiempo atmosférico. Se realizará el ejercicio de sistematizar en el formato los datos que aparecen en la estación, explicando para ello los diversos procedimientos. **Tiempo 2 horas.**
4. Partiendo de algunas experiencias, se analizarán con los chicos y chicas las características de las variables del tiempo atmosférico: 1) **presión:** encender una vela sobre plato con agua y la gota parda con un vaso de vidrio; 2) en un espacio abierto poner sobre una mesa una tabla cubierta con periódicos y por medio de un golpe seco quebrarla, repetir luego el procedimiento en un espacio cerrado; 3) calidad en una botella dos orificios, llenarla con agua y mostrar destapando uno de los orificios y tapando como el agua sale y deja de salir; 4) **temperatura:** se contará con tres recipientes de agua, helada, al clima y casi hirviendo, se pedirá a los estudiantes que metan sus manos en los recipientes inicialmente al tiempo y luego alternadamente; 5) **humedad:** se buscará explicar el proceso de condensación cuando se echa agua helada en vasos de diferentes materiales. Para cada experiencia se propondrá una discusión profunda partiendo de diversas

preguntas buscando realizar una conceptualización de cada variable atmosférica. En el caso de la temperatura, por ejemplo, se propondrá discutir cuestiones como por qué se siente más frío cuando uno no se seca o que se calienta cuando nos cobijamos, etc. **Tiempo 2 horas.**

5. Se propondrá al equipo realizar un seguimiento de las variables del tiempo atmosférico utilizando la estación meteorológica; para ello se les propondrá una organización posible entre ellos para realizar el registro diario en el formato de la estación. Se partirá del siguiente principio para este proceso de sistematización: “leo y me responsabilizo de lo que leo”.

Los movimientos de la tierra

Propósito

- Analizar los movimientos terrestres tomando como referente las observaciones cotidianas del Sol y de los cambios climáticos.

Actividades

Cotidianamente vemos que el Sol aparentemente sale por el oriente y se oculta por el occidente. Usando la brújula o identificando algunos puntos de referencia, también podemos saber con certeza dónde está el norte y el sur.

1. En un globo terráqueo identifica el norte y el sur, luego el oriente y el occidente. Realiza en tu bitácora un resumen de las conclusiones que saquen en grupo.
2. Utilizando el globo terráqueo, representa, según lo anterior, la dirección del eje terrestre y de la rotación de la Tierra alrededor de dicho eje: ¿Cómo está el Sol ubicado respecto de la Tierra? ¿Cómo se diferencian los movimientos diarios de la Tierra y los que son anuales? Escribe las conclusiones en tu bitácora.
3. Haciendo uso de Google Earth y con el zoom adecuado, ubica el planeta tomando en cuenta el norte y el sur de tu posición actual y con el mouse haz que realice un movimiento de rotación, considerando que tu cara representa el Sol. Complementa las conclusiones obtenidas durante la actividad.

Solsticios, equinoccios y las estaciones

Propósito

- Diferenciar las características y causas de los solsticios y equinoccios.
- Relacionar la influencia que tiene el sol y los movimientos terrestres con los cambios percibidos en la atmósfera (periodos de lluvia y sequía, estaciones, temperaturas, etc.).

Actividades

El clima cambia según los movimientos que realiza la tierra alrededor del Sol y es este movimiento el que nos explica las estaciones del año: invierno, primavera, verano y otoño. Aunque en la zona del planeta en que estamos nosotros (el trópico) casi no percibimos estas estaciones, las épocas de lluvias sí muestran temporadas de lluvia y sequía. En los hemisferios más cercanos a los polos, sin embargo, son muy evidentes las estaciones cuando aparece la nieve, cuando ésta se derrite y los árboles se visten con hojas y flores, cuando hace calor y aparecen algunas lluvias y finalmente cuando gradualmente todo comienza a enfriarse y los árboles quedan desnudos, para cerrar el ciclo y aparecer de nuevo la nieve.

Estos cambios suceden por la posición que tiene la tierra respecto del sol, pues unas veces recibe más directamente los rayos del sol y otras veces estos rayos llegan más inclinados y no calientan tanto. Como sabes, el movimiento aparente del Sol comienza hacia el oriente y termina hacia el occidente, pero algunos días sale más al norte y otras veces más al sur, indicando varias épocas del año: es como si la Tierra moviera su eje, ¿es esto cierto?

1. Con dos esferas, una que represente el Sol y otra que represente la Tierra, busca mostrar bajo qué hipótesis es posible evidenciar estas salidas del Sol y las estaciones: intenta una representación suponiendo que la tierra mueve su eje y luego suponiendo que no lo hace.
2. Tomando como referentes los hemisferios, en una época del año la tierra recibe la luz del Sol más desde el sur y seis meses después lo hace más desde el norte, esto es, hay un proceso de traslación de la Tierra. Pero entonces, ¿Cómo estará inclinada en su eje respecto del plano en que orbita?

La eclíptica es el plano que contiene la órbita terrestre (es el plano sobre el que se dan los eclipses y por eso recibe ese nombre) por tanto ese plano está definido por el Sol como punto y la Tierra como punto (con la luna coplanar cuando hay eclipse). ¿Cómo está ubicada la eclíptica? El eje de rotación terrestre está inclinado $23,5^\circ$ respecto de la perpendicular al plano eclíptico. En los equinoccios los días y las noches son iguales en toda la Tierra, pero cuando están en los solsticios, los días serán más largos en el norte o en el sur.

3. Realiza una representación de la eclíptica en tu bitácora, mostrando la posición de la Tierra y del Sol y tomando en cuenta la inclinación del eje terrestre. Representa también

las posiciones de la Tierra para las cuáles se dan las estaciones en el norte y en el sur, más cerca de los polos. ¿En qué épocas del año esto sucede?

Apéndice H. Consentimiento informado de estudiantes participantes

La Estrella, 31 de enero de 2013

Apreciados
ESTUDIANTES
Colegio Colombo Francés

Consentimiento informado

Hago de su conocimiento que actualmente estoy cursando la Maestría en Educación con Acentuación en Enseñanza de las Ciencias del Tecnológico de Monterrey. Durante este periodo me encuentro finalizando mi tesis de grado con el título “Aprendizaje en contexto de las matemáticas desde la astronomía topocéntrica y sistemas meteorológicos apoyados en Recursos Educativos Abiertos (REA)”.

Para el logro de los propósitos propuestos para dicha tesis se realizarán algunos talleres durante los encuentros del Club de Astronomía, Ciencias y Matemáticas del Colombo Francés. Durante estos talleres se realizará diarios de campo y ejercicios de observación, consistentes en el registro de las interacciones en el aula (esta observación podrá ser eventualmente realizada por otro docente o un agente externo al Colegio). Se realizarán registros filmicos y fotográficos durante los encuentros. Posteriormente se escogerán algunos estudiantes del grupo para realizar algunas entrevistas individuales y otra grupal.

Con los resultados y la información obtenida se realizará el análisis que sustentará esta investigación, por lo que la información recabada es para fines académicos únicamente y servirá para la posterior defensa de mi trabajo de grado. Sin embargo, estos resultados servirán también como base de reflexiones posteriores para mejorar las prácticas formativas en matemáticas y en otras áreas, pues el informe del ejercicio investigativo estará a disposición de cualquier interesado, en la biblioteca del Colegio y se realizarán socializaciones pertinentes.

Si se muestra de acuerdo con la participación en este ejercicio investigativo o con la implementación del mismo en la institución, agradezco firmar esta carta, también como muestra del conocimiento y satisfacción con la información brindada. Si requiere resolver

alguna duda o realizar algunas sugerencia, estoy dispuesto a atender sus inquietudes, de manera personal o si lo prefiere por medio del sistema de Cibercolegios.

Atentamente,

EDWIN TAMAYO,
Docente de matemáticas
Colegio Colombo Francés.



Atentamente,

EDWIN TAMAYO,
Docente de matemáticas
Colegio Colombo Francés.

Nombre	Firma
Alejandro Lopez Gomez	Alejandro Lopez Gomez
Carito Cárdenas	Carito Cárdenas
Miguel B... ..	Miguel B... ..
Estefania Alvarez cosine	Estefania Alvarez cosine
Sabrina Daniels Valencia	Sabrina Daniels Valencia
Waira Guerrero	Waira Guerrero
Vanessa Rostamante G	Vanessa Rostamante G.
Mateo Restrepo	Mateo Restrepo
Daniel Grau	Daniel Grau
Carlos Acosta	Carlos Acosta
Miguel Acosta	Miguel Acosta
Carolina Maya Cermea	Carolina Maya Cermea
Maria Paulino Jiba S	Maria Paulino Jiba S
Angelica Maria Diaz	Angelica Maria Diaz
Martin Rabledo	Martin Rabledo
Daniela Prique S	Daniela Prique S
Leona Mordaga	Leona Mordaga
Maria Alejandra...	Maria Alejandra...
Valeria Puyo Gialdo	Valeria Puyo G.
Sara Bravo Espinal	Sara Bravo E.
Johanna Parga Naranjo	Johanna Parga N.

Mateo Carmona

Andres Molina

María Valentina Becerra M
Manuela Vergara A

Miguel Angel Arango Jimenez
Manuela Guzman

Isabel Saldarriaga B.

Jose Manuel Villada

Diana V Hoyos

Mateo Carmona

Andres Molina

María Valentina B.
Manuela Vergara A.

~~Manuela Guzman~~

Manuela Guzman

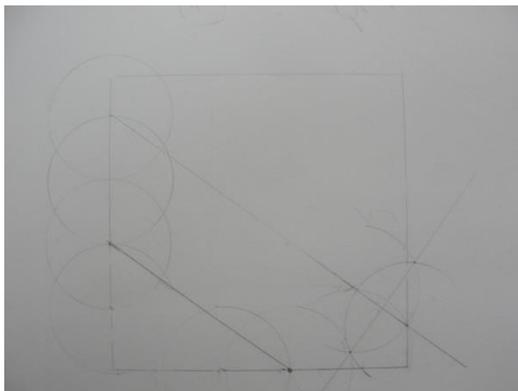
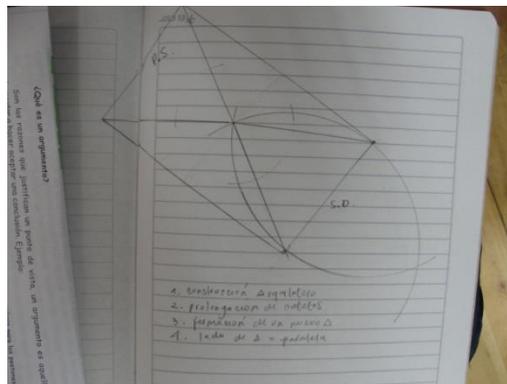
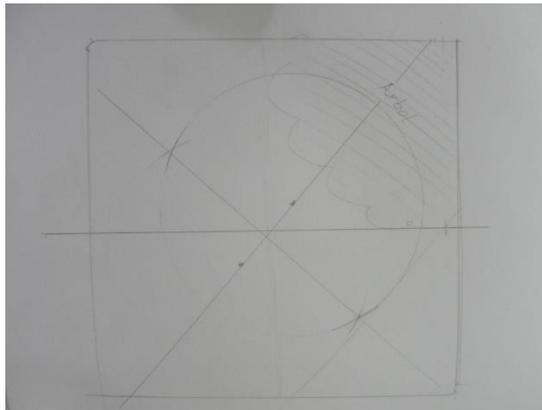
Isabel S.B.

Jose Villada.

Diana Hoyos

Apéndice I. Evidencias fotográficas





**Apéndice J. Certificado de socialización del proyecto en encuentro
de docentes**



El Planetario de Medellín y el Parque Explora
certifican que:

EDWIN DAVID TAMAYO

Participó como **PONENTE** durante el Encuentro de maestros en didáctica de la
astronomía “Un aula entre las estrellas” el 4, 5 y 6 de julio de 2013.

Carlos Augusto Molina
Jefe de Astronomía del Planetario de Medellín

Luz Ángela Cubides
Coordinadora de Astronomía del Planetario de Medellín

Apéndice K. Transcripción de entrevistas realizadas

Entrevista individual 1

PROFESOR: entonces es algo muy sencillo, te voy a hacer algunas preguntas.Cuál es la intención de la entrevista: primero recoger algunas percepciones de varios estudiantes tuvieron de la experiencia que realizamos sobre el proceso de los talleres con astronomía, sobre todo en los talleres con astronomía, nos vamos a centrar en ese taller. La información que va a estar acá, nadie va a saber que tú la dijiste, porque esta entrevista la analizo sólo yo, y nunca voy a usar tu nombre, la información pues sí va a servir para la tesis.

Bueno, si quieres cuando transcriba te puedo entregar la transcripción para ver si estás de acuerdo con ella, mires qué fue lo que se dijo y si no estás de acuerdo con eso. Es muy importante si tienes opiniones no favorables a los talleres que la digas, porque eso sirve también para mejorar la práctica para el otro año, o prácticas posteriores que se vayan a hacer, ¿sí? ¿Estás de acuerdo entonces con esto, no hay ningún problema?

ESTUDIANTE 1: no hay ningún problema.

PROFESOR: Bueno, ¿cómo crees que los talleres que hicimos, el de estelarium y el de globo terráqueo, influyeron en la motivación para aprender matemáticas, influyó de alguna manera, cómo crees que influyó?

ESTUDIANTE 1: pero en muy pocos, porque en el salón la verdad en las actividades vi a unos pocos interesados y a los otros no, entonces se dispersaba mucho el grupo entonces no se podía concentrar bien en lo que estábamos haciendo.

PROFESOR: ¿y a qué crees que se debió eso, tienes alguna idea, o qué no sabes?

ESTUDIANTE 1: pues hay que ver que hay compañeros que no les importa eso, hay muchos, por ejemplo yo soy una de las que me gusta eso porque toda la vía me ha llamado la atención y mi papá no sabe nada de estrellas, pero lo que sabe me lo enseña, entonces toda la vida me ha gustado eso. Entonces yo era de las que intentaba poner atención pero como los otros compañeros hablaban, entonces uno no se concentraba en la clase.

PROFESOR: ¿tú qué piensas sobre la posibilidad que presentan estos talleres para aplicar lo que se aprende en matemáticas en algo concreto como fue el caso de la astronomía?

ESTUDIANTE 1: que no es tan concreto, pero pues que sí sirve, porque digamos lo que estamos viendo ahora de esto nos sirvió con lo del globo terráqueo, para darnos una idea de qué era lo que íbamos a ver más adelante.

PROFESOR: pero dijiste al principio de lo que acabas de decir que no sirve porque no es tan concreto.

ESTUDIANTE 1: no que no sirvió, sino que como que no era tan concreto al principio, pero a medida que íbamos avanzando las cosas se fueron concretando más y pudimos ver la idea que tenías con esto de mostrarnos lo del globo terráqueo, de la ubicación y ya posteriormente pasar a lo que estamos viendo ahora.

PROFESOR: pues lo de los ángulos, lo de la transformación de ángulos

ESTUDIANTE 1: sí

PROFESOR: a bueno. ¿Cómo crees tú que influyeron esos talleres que hicimos con lo segura que te sientes en el área y con tu grado de éxito hacia el área, es decir, esos talleres influyeron de alguna manera en que tú te sintieras más segura con lo que estás haciendo en matemáticas?

ESTUDIANTE 1: no, yo creo que no, pues, porque es un tema diferente pero que ayuda, que complementa, entonces yo creo que no me sirvió para saber más, para estar más informada y ya en las matemáticas sí, pues uno sí puede sacar ideas pero no me complementa, pues como digo, es que no sé

PROFESOR: dale, piénsalo, ¿cómo lo dirías?

ESTUDIANTE 1: no me ha.....

PROFESOR: tranquila, como quieras decirlo no hay problema, recuerda que eso está ahí grabado para yo poderlo transcribir, igual tú lo puedes corregir cuando esté la transcripción, si no estás de acuerdo con lo que hayas dicho

ESTUDIANTE 1: ¿podrías repetir la última parte de...?

PROFESOR: o sea, uno normalmente se siente seguro frente a un área, por ejemplo

ESTUDIANTE 1: a mí siempre me han gustado las matemáticas porque lo que yo quiero estudiar es con matemáticas, entonces yo por eso siempre quiero estar como atenta en las clases para poder ver lo que está pasando y para poder mantenerme informada respecto a esto. Pero que yo diga me ayudó el cien por ciento de lo que vimos antes para basarme en las matemáticas, no, pero que me ayudo, sí, no el cien por ciento

PROFESOR: ¿cómo?

ESTUDIANTE 1: ¿cómo? Como saber que respecto a eso yo puedo saber en qué grados, pues cómo ubicarme, saber a cuantos grados estoy de tal parte, entonces saber cómo dirigirme, me sirvió para eso, pero que me haya servido así el cien por ciento, no

PROFESOR: a bueno, genial. ¿Y crees que eso te ayudo de alguna forma a estar motivada?

ESTUDIANTE 1: sí. Porque me llamó mucho la atención todo esto entonces quería saber más, como me parecía tan interesante, entonces quería saber más, quería saber cómo se manejaba este programa que nos mostraste este programa del estelarium, y todo

PROFESOR: ¿y lograste bajar algo?

ESTUDIANTE 1: no, no he podido

PROFESOR: por qué, no te ha funcionado?

ESTUDIANTE 1: tengo que decirle al que me arregla el computador que me lo ayude a bajar, porque el computador está super lento

PROFESOR: ah sí, y el programita es pesadito. Bueno, ¿tú qué piensas sobre lo siguiente: así como uno se siente seguro o exitoso frente a un área, muchas veces en matemáticas, pasa que uno tiene una actitud negativa frente al área, cómo crees que esa actitud negativa influye en aprender el área?

ESTUDIANTE 1: porque como uno no está motivado entonces a uno no le interesa lo que están mostrando, lo que están explicando. Pero si uno estuviera más motivado le interesaría mucho más lo que están explicando. Por ejemplo yo el año pasado tuve muchos problemas los primeros dos bimestres para poder entender lo que estábamos viendo y ya después con mi papá que es ingeniero me senté a estudiar y ya sí pude. Pues por ejemplo ahorita lo que estábamos haciendo, yo no entendía, pero yo me senté, lo leí bien y supe cómo se hacía y hice eso en cinco minutos. Entonces yo creo que el estar motivado el estar concentrado influye en uno aprender la materia

PROFESOR: ¿y crees que eso incidió de alguna forma en los talleres?

ESTUDIANTE 1: sí

PROFESOR: lo percibiste, ¿cómo lo percibiste?

ESTUDIANTE 1: porque muchos compañeros al principio como ahí: “a bueno veamos eso” pues como simple excusa de ver matemáticas, ahora varios que he visto que yo decía:

pues yo no creía que ellos iban a hacer esas cosas, se sentaron, lo hicieron y se sintieron motivados por hacer esto

PROFESOR: pero, ¿por qué crees que se dio esa motivación?

ESTUDIANTE 1: no se

PROFESOR: la asocias con los talleres o no

ESTUDIANTE 1: sí

PROFESOR: de pronto con lo que implementamos?

ESTUDIANTE 1: muy poco pero sí

PROFESOR: porque esa percepción es también importante, por ejemplo si el taller no influyó, a mi serviría mucho saber, y a estudiar por qué no influyó de alguna manera, cierto. Que sería, no sé si tienes algo más que decir ahí al respecto

ESTUDIANTE 1: pues, de pronto podríamos ver un poco más adentrado esto con la matemática, porque lo vimos más, pues como un simple repasón, como esto es esto, si no adentrarnos más a las matemáticas en estos temas.

PROFESOR: y menos ¿a qué?

ESTUDIANTE 1: y menos a, bueno la ubicación del sol también nos sirve, pues yo no sé, es que no sé cómo decirlo

PROFESOR: por que cuando tú dices más o menos, tienes que decir más respecto a qué y menos respecto a qué. O sea ¿sería dedicarnos más a la matemática y menos a qué?

ESTUDIANTE 1: bueno al principio a mí no, pues no me llamaba la atención, estamos perdiendo las de matemáticas, y se supone que décimo y once son los grados más duros de las matemáticas, porque empezamos a ver muchos temas nuevos. Pero ya que vimos que esto se podía relacionar con los temas que íbamos a empezar a hacer, yo creo que todos nos motivamos, porque es una actividad diferente, podemos estar cambiando de estar pensando siempre en mirar un tablero, o una calculadora, sino un tema diferente que nos cambie la mentalidad, que podamos estudiarlo. Pero no tanto: “esto se ve muy bonito”, si no más: “esto se puede implementar de tales maneras en la matemática”

PROFESOR: y más hacia esto, hacer entender cómo se aplica más en la matemática, muy bien. ¿Tú crees que de alguna forma esos talleres con el estelarium y con el globo terráqueo influyó en ti y en el grupo a profundizar más sobre el área? ¿De alguna manera? ¿Cómo?

ESTUDIANTE 1: en mí sí. Pues digamos lo del globo terráqueo me llamó la atención porque nunca habían implementado eso. Entonces eso me ayudaba, pues me animó a ver lo que estamos viendo ahora para poder tener más, lo que tú decías con los aparatos, un gps no me va a decir usted está parada en este momento, sino que usted tiene que tener más o menos la idea de dónde está parado o en qué carrera está parado

PROFESOR: ah, genial. Bueno ¿crees que resultó importante plantear y resolver problemas en los talleres?

ESTUDIANTE 1: sí

PROFESOR: ¿por qué?

ESTUDIANTE 1: porque todos, pues

PROFESOR: ¿tú crees que eso se dio? Plantear problemas, ¿ustedes plantearon problemas, viste en algún momento que ustedes hayan planteado problemas?

ESTUDIANTE 1: en la del globo terráqueo y/o en parte en lo de la ubicación del sol, cómo se iba moviendo que íbamos planteando problemas

PROFESOR: ¿y crees que eso es importante?

ESTUDIANTE 1: sí claro, porque uno desarrolla más, pues ahí uno se va dando cuenta que uno está desarrollando más el pensamiento matemático y que eso le va a poner el cerebro

más activo, porque si uno desarrolla mucho el pensamiento matemático, es hábil para muchas otras cosas, entonces nos estamos dando cuenta que estamos siendo capaces de sin tener un problema escrito, ser capaces de formular un problema.

PROFESOR: bien vamos a parar un momentico

PROFESOR: así en palabras tuyas ¿tú crees que tuvo para ti y para el grupo más importancia, la capacidad de pensar o los conocimientos y temas que se vieron?

ESTUDIANTE 1: ambas

PROFESOR: ¿por qué?

ESTUDIANTE 1: los conocimientos y temas son la base de la capacidad de pensar, entonces si no tuviéramos estos conocimientos y temas no seríamos capaces de pensar las cosas, pues no seríamos capaces de pensar estas temáticas.

PROFESOR: ¿y en los talleres pasó eso también?

ESTUDIANTE 1: sí

PROFESOR: ¿tú como crees que esos talleres que hicimos ayudaron o perjudicaron, cómo crees que ayudaron primero, a la interacción entre los compañeros y compañeras?

ESTUDIANTE 1: no sé

PROFESOR: ¿y cómo perjudicaron esa interacción?

ESTUDIANTE 1: bueno la verdad creo que pues personalmente creo que nos atrasamos en algunos temas, y qué más perjudicaron, qué perjudicaron, que había mucha dispersión del grupo.

PROFESOR: mucha dispersión, ¿y debido a los talleres?

ESTUDIANTE 1: Sí

PROFESOR: y cuando tú dices avanzar, que también he escuchado mucho eso, ¿a qué te refieres con estar atrasado o estar avanzado en los temas de décimo?

ESTUDIANTE 1: bueno, la verdad es que he hablado con varios amigos que salieron de once de años anteriores y uno de ellos está estudiando finanzas, y él dice: “yo quedé con unos huecos impresionantes del colegio” entonces uno se pone a pensar: bueno yo voy a salir con huecos y voy a estudiar algo que tenga que ver, por ejemplo yo voy a estudiar administración agropecuaria, eso tiene que ver con matemáticas, entonces yo cómo voy a hacer para poder nivelar, para no salir con esos huecos del colegio. Entonces yo creo que deberíamos avanzar, pues no avanzar en los temas, sino coger temas y enfocarnos en ellos hasta que todos podamos entender esos temas y salir muy bien por lo menos estos dos últimos dos años, porque también nos estamos basando en el icfes, entonces es bueno hacer las actividades sin calculadora, porque así nos estamos obligando a pensar. Entonces también sería bueno hacer actividades que nos obliguen a pensar y a saber, pues a desarrollar la capacidad de pensar y la capacidad de hacer las cosas ágilmente.

PROFESOR: entonces tú crees que estoy equivocado con lo siguiente: yo entendía cuando el grupo en su generalidad me plantea que no estamos avanzando, es que no estamos viendo todos los temas que se ven en décimo.

ESTUDIANTE 1: y también que los compañeros no dejan ver clase. Por ejemplo a varios compañeros no les gustó la idea de ponernos otra vez a dividir, a mí sí me gustó porque yo, pues sabía dividir y ya se me hace muy complicado poder dividir. A muchos compañeros no les gustó que porque nos estábamos atrasando, pero a mí, personalmente sí me gustó esa idea.

PROFESOR: ¿cómo crees también que eso talleres ayudaron o perjudicaron a ti misma para comprender y construir esos conceptos que hemos trabajado hasta el momento. Sí entiendes cuando hablo de construir conceptos?

ESTUDIANTE 1: no mucho

PROFESOR: por ejemplo el concepto de ángulo

ESTUDIANTE 1: ah, el concepto de círculo, de, pues yo creo que no, no creo que tengamos las bases claras para poder construir un concepto, deberíamos tener las bases más claras de las cosas para poder construir un concepto. Por ejemplo la que nos explicaste de ¿esto es un compás?

PROFESOR: un transportador

ESTUDIANTE 1: un transportador se pone de tal manera, entonces eso ya es más o menos una idea de cómo hacer un concepto y entonces uno ya sabe que en el concepto uno debe poner cómo se ubica el transportador, por cuál parte se debe medir, desde qué parte se debe medir, pues es una idea.

PROFESOR: ah! Bueno, ¿tú crees que los talleres son acordes con tu forma de estudiar y de aprender?

ESTUDIANTE 1: con la temática del colegio sí, con mi forma de estudiar y aprender poco

PROFESOR: poco, ¿por qué?

ESTUDIANTE 1: no sé, pues yo venía de un colegio completamente diferente a esta, no es que, no sé llevo cinco años en el colegio y todavía no he podido cuadrar esto de lo de astronomía, pues, como que no

PROFESOR: y no has pensado nunca, bueno esto por qué no me cuadra.

ESTUDIANTE 1: he intentado pero no sé

PROFESOR: tú me acabas de decir antes que vienes de otro colegio. Eso no te ayuda a entender un poco por qué no te ubicas, o sea cómo compararías ambas metodologías, por ejemplo trabajar con estos talleres

ESTUDIANTE 1: bueno personalmente me gusta mucho que me exijan, y yo llego a mi casa y ya no hago nada, ya es que estoy pensando que debería hacer algo, debería nivelarme, debería estudiar, pero en años anteriores hacía la tarea, me demoraba 15 minutos y listo yo no estudiaba, en cambio en mi colegio anterior yo estaba en cuarto o en tercero y hacía tareas hasta las doce de la noche y no era que eso me matara, pero me exigía estar constantemente pensando. Pues tampoco es mandar la super tarea de quedarse hasta el otro día haciendo la tarea, sino una tarea corta pero exigente que te ponga a pensar de verdad. Y lo que me no me llama mucho la atención, pero lo del estelarium, las estrellas y la ubicación del sol eso sí me llama la atención.

PROFESOR: tú podrías profundizarme un poquito, que esa era una de las preguntas que tenía yo acá, entre esas diferencias que hay en la forma de trabajar matemáticas con la garita, con el estelarium y con el globo, como lo hemos hecho, a diferencia de como se hace en otra metodología más estricta

ESTUDIANTE 1: allá era a punta de libros y aquí nos metemos a experimentar con los diferentes recursos que tenemos que son la garita, la montaña de nubes, poder experimentar con eso, pues yo creo que llama más la atención, en cambio eso de estar todo un día sentada en un salón copiando en un libro y grabándose todo como un robot. Acá uno experimenta, entonces la experimentación llama más la atención

PROFESOR: ¿y qué quieres decir cuando dices que como un robot?

ESTUDIANTE 1: pues que uno se grababa todo, es como grabándose, no se lo aprende, se lo aprende para el momentico, como para poder hacer el trabajo y hacerlo super bien y ya no le queda para la vida. En cambio muchas cosas de aquí, yo sé, yo le agradezco al Colombo que yo sé que yo voy a ser capaz de salir y poder experimentar con algo y saber cómo mirar eso de diferentes maneras y también voy a ser capaz de hacer una presentación

y un trabajo y salir a exponer. Eso me gusta mucho, uno poder experimentar y saber las diferentes cosas y mirar cómo se hace esto y si no sirve esta manera por qué no pensar esta otra manera, eso me llama la atención. Pero ahora no me llamó la atención la garita
PROFESOR: tú ya mencionaste algo de la siguiente pregunta, pero que tal si me profundizas un poquito. O sea ¿qué ventajas y desventajas crees que hay en utilizar ese tipo de programas como el estelarium?

ESTUDIANTE 1: que uno se siente como más, que uno puede no estar, cómo lo digo, que no sólo se puede aprender matemáticas con un cuaderno un libro y unas explicaciones. Sino que también se puede aprender matemáticas con un estelarium, con un globo terráqueo, pues con todo se puede aprender matemáticas, también la física, la física es todo, y nosotros nos ponemos a complicarnos con la física y después vamos a decir qué bobada por qué nos complicamos con esto, si lo podíamos, si todos los días lo vivimos. Todos los días hay matemáticas y física y muchas cosas en nuestra vida cotidiana. Entonces es bueno poder experimentar y si no me funciona de esta manera, saber que lo puedo hacer de esta otra manera o preguntar cómo lo puedo hacer, y poder adentrarnos más en estos temas, no por encimita así, sino adentrarnos y yo saber que no sólo es con un libro, sino que puedo dirigirme a un globo terráqueo y mirar todo lo que estamos viendo de los ángulos y de los grados ahí.

PROFESOR: ah, bueno. Vimos actividades en astronomía, ¿sí?, pues eso del globo terráqueo se llama astronomía antropocéntrica y también hace parte del sistema meteorológico, cómo te ubicas tú en el mundo. Lo de la construcción con regla y compás también hace parte de astronomía porque es cómo construir un observatorio. Bueno, ¿tú cómo crees que ese tipo de actividades, facilita el abordaje de conceptos en el área, procesos y procedimientos matemáticos? ¿cómo hacer eso que hicimos facilita ya no todo lo que has mencionado sobre bueno me dispone para aprender, me ubica en el contexto, me permite pensar?

ESTUDIANTE 1: porque necesitamos medidas y cosas para poder saber cómo organizar una cosa para que nos quede parecida a lo que nos están mostrando, o igualita a lo que nos están mostrando

PROFESOR: ¿en dónde?

ESTUDIANTE 1: cuando íbamos a construir el observatorio. Pues tú nos diste como las pautas para poder hacer eso, sabíamos que por medio de esas pautas debíamos construir ese observatorio

PROFESOR: ve, ahorita no me dijiste posibles desventajas que tenga la utilización de esos recursos

ESTUDIANTE 1: yo no le veo casi desventajas, pero bueno, desventajas es que hay mucha dispersión del grupo, eso es como una desventaja muy grande porque si unos están interesados en aprender los otros no lo van a dejar aprender porque el compañerito que habla y habla toda la clase entonces no deja escuchar al profesor, entonces es una desventaja muy grande, la dispersión del grupo. Otra podría ser lo que nos atrasamos en el curso, pero poco a poco nos vamos dando cuenta que no, porque por medio de esto estamos viendo los temas de una forma completamente diferente.

PROFESOR: esta es una pregunta un poquito exigente para que la pienses bien. ¿ideas que tú tenías muy seguras sobre matemáticas, que se hayan transformado con los talleres?

Cosas que uno estaba tan seguro y entonces entra al taller y dice ve no estaba tan seguro de eso o tenía de alguna forma entendido algo y con los talleres se me amplió o con los talleres se me enredó.

ESTUDIANTE 1: tenía de alguna forma entendida la posición del sol, cómo sale el sol, las estrellas, y por medio de los talleres pude ampliar ese conocimiento, ese pequeño conocimiento que tenía lo pude ampliar más con los talleres.

PROFESOR: pero frente a la astronomía

ESTUDIANTE 1: sí, frente a la matemática no sé. Sí, sí se me ocurre algo, lo de las líneas del ecuador y del meridiano de Greenwich y los puntos de ubicación, que eso no lo tenía tan claro, eso lleva matemáticas y con esto ya me aclaró mucho más de cómo podía ubicar todos estos puntos

PROFESOR: en una esfera como es la tierra. Bueno, ESTUDIANTE 1 ya se me acabaron las preguntas, pero tú qué más tendrías por agregar, qué quisieras tú decir.

ESTUDIANTE 1: a mí me gustaría que siguiéramos haciendo esas actividades dinámicas pero que haya un mayor interés en el grupo. Que el grupo no diga es que esto es para perder clase, no me gusta eso, porque la verdad yo no siento como si estuviéramos perdiendo clase.

PROFESOR: ¿y lo escuchaste alguna vez o qué?

ESTUDIANTE 1: sí. Entonces me gustaría tener actividades dinámicas pero que el grupo esté interesado en esto, no que unos pocos estén interesados, porque si unos pocos estamos interesados, entonces más bien ese poquito buscar otro lugar en qué pueda enterarse de estas cosas y aquí lo tenemos fácilmente, con un profesor y el profesor nos está enseñando a hacer esto, pero si todos estuviéramos interesados sería más dinámica la actividad, podríamos aprender mucho más y avanzar mucho más.

PROFESOR: y algo, como sugerencias para el proceso, además pues de esa que sería para el grupo, pero como propiamente para los talleres.

ESTUDIANTE 1: tener como unas pautas, pues no como unas pautas, sino como unas explicaciones claras antes de ponernos a realizar el taller. Copiar esto y tatata, entonces eso que sea aparte de una explicación también podemos copiar más, no yo veo que el sol no se mueve así sino que se mueve así, pues como siempre estar constantemente tomando nota y tener unas explicaciones claras de los que vamos a hacer.

PROFESOR: ¿y crees que en realidad eso no estaba en la guía?

ESTUDIANTE 1: sí estaba en la guía pero yo creo que no es tan bueno entregar una guía, es mejor que nosotros lo copiemos para que entendamos más

PROFESOR: ah! ya. Entonces muchísimas gracias

ESTUDIANTE 1: con gusto.

Entrevista individual 2

PROFESOR: bueno entonces se trata de eso, se trata de recoger algunas percepciones, percepciones tuyas sobre eso. Algo muy importante: no tienen que ser necesariamente cosas buenas, si hay algo que a ti no te parece...

ESTUDIANTE 2: pero sobre la experiencia...

PROFESOR: sobre toda la experiencia, toda, sí. Especialmente ésta que vimos con todo el grupo. ¿Sí? Si hay afirmaciones que no sean favorables también, son válidas, nos pueden servir para futuras estrategias. La entrevista va ser anónima, o sea yo pongo ahí

ESTUDIANTE 2 para analizarla, o sea lo que tú dices no voy a poner en la tesis "lo dijo XXXX", no, te pongo otro nombre otra cosa. Y yo te mando la transcripción por si quieres

oíarla y no estás de acuerdo. ¿Listo? Bueno hay muchas, hay varias preguntas y vamos abordándolas.

ESTUDIANTE 2: listo.

PROFESOR: ¿pues cómo crees que esos talleres que hicimos incidieron en tu motivación y tu interés por el área de matemáticas?

ESTUDIANTE 2: a bueno, para mí eso es algo fundamental porque en el colegio donde yo estudiaba la metodología es muy tradicional; es como el profesor te da la fórmula, apréndetela, aplicada en el examen y ya. En cambio con este... pues con esta metodología, sentí como una construcción de matemáticas, pues donde uno siente de dónde vienen las cosas y como que la entienda de verdad no sólo se memoricen las mecánicas. Pues es como una forma más como para ver las cosas más claras... pues a mí me sirvió mucho Y por ejemplo lo de las áreas y todas esas cosas pues era... otra cosa es que uno se sabe la fórmula desde hace mucho tiempo y no tenía ni idea de dónde había salido, por qué era así y eso, pues pareció muy bacano.

PROFESOR: y el trabajo con los globos, cuando trabajamos con el globo terráqueo, que puede propiamente fue en relación, en el salón, con la astronomía.

ESTUDIANTE 2: pues con los globos me gusto también, pero me gusto más en las primeras.

PROFESOR: pues cuando... cuando estamos trabajando con áreas y todo esto?

ESTUDIANTE 2: Sí. Pues los primeros... lo de la definición de conceptos me gusto más que el de los globos. Pero era porque de pronto el salón estaba muy disperso.

PROFESOR: si, que hubo bastante dispersion. Porque es que es lo que te voy a pedir que es sobre todo concentrarnos en lo que hicimos en astronomía cuando estabas en los talleres. O sea que pienses siempre cuando me vayas a responder pensar en esos espacios sobre todo. O sea en astronomía y en esa experiencia con el taller del globo terráqueo que trabajamos con el Stellarium, ¿recuerdas?, Allí en Salle Magic. Sobre todo en esas, porque recuerda que el otro lo hicimos, también como parte de eso, pero no propiamente en ese contexto. Pero eso me llevó a otra pregunta 10: ¿cómo comparás, que ya existe una comparación de una clase tradicional, qué más podría decidir sobre esa comparación entre lo que es una clase normal, como normalmente se dicta a hacerlo así como lo hicimos?

ESTUDIANTE 2: que uno aprende así mucho más profundamente los temas. Y yo... pues a uno no se le olvida, porque uno ya entiende de dónde sale, porque por ejemplo la fórmula uno se la aprende, pero luego está inseguro porque no entienden realidad el funcionamiento de la fórmula. Entonces no sé... pues es como la construcción del conocimiento como debería ser como más...

PROFESOR: ¿Más qué? ¿Qué palabra utilizarías?

ESTUDIANTE 2: no sé, como empíricamente.

PROFESOR: mas desde lo empírico.

ESTUDIANTE 2: sí.

PROFESOR: a ver, esto también está muy relacionado con esa pregunta, es esa posibilidad que tenemos de utilizar los conocimientos matemáticos para aplicarlos en lo concreto en la astronomía y en la metodología, en este caso trabajamos sobre todo más relacionado con sistema meteo, que fue nuestra ubicación en el planeta. ¿Cierto? ¿Qué piensas de esa posibilidad, es decir, poder utilizar esos conceptos matemáticos en algo tan específico como la astronomía en la construcción pues del observatorio?

ESTUDIANTE 2: ah, que esos son los fundamentos mágicos. Por ejemplo antes de empezar el club de astronomía yo pensaba que iba a ser muy difícil por lo que uno no puede

hacer como tantos cálculos y pues como que en realidad sólo usas un computador y un en realidad sólo observa las cosas. Pero yo cuando, cuando ya empezaste a plantear como los diferentes procedimientos para hallar las cosas, como que me di cuenta que uno sí puede construir las cosas uno mismo y uno puede hacer el cálculo... por ejemplo cuando vimos lo de los observatorios antiguos, lo del espejo de agua y todo, pues son formas de que uno mismo construye el conocimiento, no sólo analizar datos que ya te los dan sino que uno puede llegar a la respuesta.

PROFESOR: bueno. ¿Cómo crees tú que de pronto influyeron esos talleres con la seguridad, sentirte segura y con cierto nivel de éxito en el área, matemáticas? ¿Si me entiendes la pregunta?

ESTUDIANTE 2: no.

PROFESOR: uno está inseguro o seguro frente a un área y un uno generalmente en matemáticas trae ciertas inseguridades y uno siente sensaciones de fracaso o de éxito con una área. ¿cómo crees que los talleres influyeron en esa parte?

ESTUDIANTE 2: bueno. Yo creo que influyeron mucho porque antes de... como lo de las fórmulas, también lo aplicó a eso, como yo misma fue la que inventé el procedimiento, yo fui la que lo analicé y lo fundí con los conceptos que yo ya manejaba, llegué a la respuesta que era y lo llevé por un procedimiento que es mío y que yo misma lo construí. Al sentir eso pienso que no hay falla ahí, porque yo fui la que lo hice, pues si qué más podría dar cuenta del proceso para llegar a las costas que yo misma. Entonces eso da mucha seguridad. [Alguien interrumpe la entrevista, algunas conversaciones referidas a otro tema]

PROFESOR: bueno. ¿Tú qué piensas si yo tengo una actitud negativa frente al área, como crees que esa actitud negativa mía frente al área puede influir para aprenderla?

ESTUDIANTE 2: Uy demasiado. Por ejemplo yo odiaba las matemáticas, las odiaba y no hacía nada y no me gustaba y era totalmente cerrada y eso. Porque, pues como que no la entendía... por ejemplo yo siempre buscaba como “pero de eso para qué me sirve en la vida, saber cuándo utilizarlo”. Pues con estas cosas ya estaba súper negativa frente al área. Pero ya después cuando me planteaste como el conocimiento y como la construcción de una matemática que yo entendiera, me gustó mucho y como que ya cambié mi actitud. Pues como que la actitud cambió de forma que ya me volví buena. Pues sí, total.

PROFESOR: bueno. ¿Cómo crees que los conceptos, nombres, ecuaciones, procedimientos que trabajamos, que recuerda que en los talleres, influyeron en tu motivación? Que de cierta forma pues ya lo has dicho. ¿Cierto? ¿cómo crees que los conceptos, propiamente los conceptos?

ESTUDIANTE 2: ¿Cómo cuáles?

PROFESOR: ¿Cuáles trabajamos?

ESTUDIANTE 2: muchos: líneas, ángulos.

PROFESOR: ángulo sobre todo pues en el contexto que estamos trabajando en astronomía. Sistema sexagesimal.

ESTUDIANTE 2: pues es como... la parte técnica, ¿no?

PROFESOR: exacto. Pues eso ya lo comentaste un poquito. ¿Tú crees que la forma de los talleres, tal como trabajamos, incidió de alguna manera y de qué forma puedes incidir en que tú misma, por ti misma, quisieras profundizar?

ESTUDIANTE 2: por lo que eran actividades siempre diferentes. Por ejemplo, ver el Stellarium y que uno pudiera interactuar como hicimos pero uno mismo en la sala de computadores, pues es como mucho mejor que te lo estén mostrando, por ejemplo, la otra

vez en Salle Magic. Pues como que la metodología que usaste, variar las actividades y todo eso influye mucho.

PROFESOR: pero, ¿a que tú misma profundices?

ESTUDIANTE 2: así, por ejemplo yo misma bajé el Stellarium en mi casa, porque ese día, el primer día de la experiencia me gustó mucho porque yo misma pude manejarlo y como descubrirlo, entonces ya en mi casa ya me dieron ganas como de seguir mirando qué más cosas y todo.

PROFESOR: Planteamos preguntas y problemas, que no sé si persiste que surgieron muchos en el grupo.

ESTUDIANTE 2: sí.

PROFESOR: ¿tú qué importancia crees que tiene esto, que ustedes mismos planteen problemas?

ESTUDIANTE 2: pues el autocuestionamiento. Pues eso es importante para... eso es como un proceso investigativo más que todo. Y si no lo tiene... pues uno siempre tiene que cuestionarse las cosas.

PROFESOR: plantearse preguntas.

ESTUDIANTE 2: sí y me pareció muy bueno porque mis preguntas puede que para mí sean muy difíciles pero otro como yo tiene esa parte más clara de ayuda a llenar esos vacíos. Como por ejemplo con lo de los procedimientos, como éramos varios grupos en mi grupo salieron unas cosas y en otros grupos eran otras cosas supremamente diferentes pero también servían. Entonces como para complementar.

PROFESOR: ¿tú qué crees que es más importante, que tiene mayor importancia: la capacidad de pensar o todo lo que puedas aprender, o si ninguno tiene más importancia que otro, cómo es eso? O sea, tu capacidad para pensar, como que yo pueda pensar algo y otra, que tanto sello del área.

ESTUDIANTE 2: pues a mí me pareció más importante la capacidad de pensar.

PROFESOR: ¿por qué?

ESTUDIANTE 2: porque, es como con la filosofía, por ejemplo mí me parece más valioso la filosofía que uno mismo hace en su reflexión de la vida y todo esto a aprenderse un montón de autores y qué dijeron. Pues es mucho mejor cuestionarse frente a las cosas y a mejorar un proceso que uno mismo entienda, a mí por ejemplo matemáticas a toda hora me parecía ridículo, pues fórmulas que ya se habían inventado, que me tocaban a mí hacer con ejercicios que ya se habían inventado y ya. Pues me parece completamente banal porque era mecánico total. Pero cuando uno tiene la capacidad de elaborar un proceso uno mismo es mucho más valioso.

PROFESOR: campo en el paralelo que hacés. Bueno a ver: ¿qué percibiste vos en los talleres, ya no cuando estábamos pues en astronomía nosotros solos, como crees que esos talleres favorecieron o perjudicaron la interacción entre compañeros y compañeras?

ESTUDIANTE 2: pues yo creo que favorecieron mucho la integración porque me tocó trabajar con compañeros con los que generalmente no trabajo en el salón. Pero ahí unos que son como renuentes a ciertas materias, entonces por ejemplo ahí unos a los que no les interesa y no les va interesar nunca, entonces estancan el proceso de otros que sí quieren. Por ejemplo el paralelo entre los de astronomía y en el salón; en astronomía trabajamos 1000 veces más rápido, trabajamos más concentrados, la gente es más juiciosa porque le interesa el tema. Pero en el salón como que hay gente que no le gusta, entonces esos como que estancan un poquito el proceso.

PROFESOR: ah bueno ahí que haya algo que perjudicaría ese proceso. Bueno. ¿Y a cada uno, es decir, los talleres como favorecieron o perjudicaron la posibilidad de construir ese conocimiento?

ESTUDIANTE 2: no pues a mí me influenciaron demasiado. Porque es como ver la matemáticas de otro mundo que sí me gustan. Pues sí como más amor al área. Pues sí, de verdad ahora si le encuentro la finalidad, pero por esos talleres, por lo que yo misma podría construir el procedimiento y todas estas cosas. Pues, yo creo que la verdadera matemática está ahí, pues... antes como que ellos mismos se inventaban todo el procedimiento y ellos hicieron la matemática. Y luego como que hubo procesos en los que nadie hacía... pues, un período de tiempo en el que nadie hacía nada sino que repetían lo que ellos ya hicieron. Para mí es como tiempo muerto, la verdad. Y ahorita... Ya uno está construyendo de nuevo. Por ejemplo, yo toda mi vida estudia matemática mecánica entonces todo era súper aburrido, toda la vida me fue super mal, de he hecho yo perdí año por matemáticas.

PROFESOR: bueno, ya está claro la forma de los talleres está acorde con la forma en que vos aprendes.

ESTUDIANTE 2: sí.

PROFESOR: ¿crees que está acorde con la forma de aprender y de estudiar del resto de sus compañeros?

ESTUDIANTE 2: pues, no lo asocia mucho con la metodología colombo, me imagino. Ayúdanos que no tienen la metodología colombo, porque vienen de pronto de otros colegios o cosas así. Pero los que sí la tienen si es ... completamente acorde.

PROFESOR: Aquí hay otra pregunta que ya respondiste ahorita respecto de los dos tipos de enseñanza. Bueno, ventajas y desventajas que encuentres en el aula, para utilizar en el aula ese tipo de recursos como Stellarium, que ventajas tiene usar esos programas, ojo, para aprender matemáticas, no sólo astronomía. Alguna que se te ocurra, ventajas y desventajas.

ESTUDIANTE 2: ventajas, porque es un programa super completo, sí, es tan bueno como de aprender las cosas más visual, pues como más de experimentación, como que uno mismo cuadra las cositas y todo. Pero la desventaja que de pronto acá en el colegio no es viable por lo de los computadores y eso. Y tal vez es muy dispendioso como el tiempo.

PROFESOR: el tiempo también lo encontrarías como una desventaja, ¿de qué forma?

ESTUDIANTE 2: de qué... mientras uno explora, y como que conoce del programa no se aburre un poquito.

PROFESOR: ¿qué ideas que tú tenías muy seguras antes de los talleres se transformaron gracias a los talleres?

ESTUDIANTE 2: mmm...

PROFESOR: ¿paso de eso?

ESTUDIANTE 2: sí, pero no como ideas que se transformaron si no como jefe ampliaron. Por ejemplo las construcciones, lo de trasladar la paralela y eso; para mí era sólo a hacer una paralela con dos escuadras, pero ya hay otros métodos. Entonces sí como que se dio el conocimiento.

PROFESOR: ¿Qué más podrías tú decir respecto de esos talleres, incluso cosas que no resulten tan favorables?

ESTUDIANTE 2: que de pronto hiciéramos como más socialización, pero trabajamos tal concepto y socialización, trabajamos al otro y socialización. Porque se acumula un montón de conocimiento que la verdad aún no sabe si sí están bien...

PROFESOR: y si todo si lo tienen claro. Bueno ESTUDIANTE 2 muchas gracias.

ESTUDIANTE 2: bueno, con mucho gusto.

Entrevista grupal

PROFESOR: Entonces, van a ser varias preguntas, seguramente algunas de las preguntas ustedes las van a responder antes sin yo haberlas hecho, de pronto si soy reiterativo me disculpan esto es como una guía, yo trato de saltarme las que ya hayan respondido.

Entonces la primera: ¿Ustedes cómo creen que los talleres incidieron en la motivación para aprender matemáticas, si hubo alguna incidencia o si al contrario incidieron de forma negativa también, igual pueden pensar, igual es una incidencia, cierto, qué tienen para decir frente a eso, cómo motivaron esos talleres esa experiencia, para aprender matemática, si motivan si no motivan, si más o menos?, lo que consideren.

ESTUDIANTE 3: yo creo que sí motivaron, pero digamos el trabajo en grupo, pues, siempre es muy difícil, entonces, cuando uno se reúne con personas digamos que nunca ha hablado o que no siempre están con ellos, no siempre es muy cómodo trabajar y es mejor trabajar con las personas que está hablando pero no con las que se distrae, sino con las que habla un poco pero trabajan.

PROFESOR: con las que se puede interactuar

ESTUDIANTE 3: exacto

PROFESOR: y ¿por qué creen que se da eso?

ESTUDIANTE 3: por la confianza tal vez, y comodidad y por esto cómo es que se llamaaa,

ESTUDIANTE 4: con los afines

PROFESOR: ¿afinidades?

ESTUDIANTE 3: cómo es que se llamaaa, un capricho también de uno que algunas veces es bueno resolverlo y los talleres así son buenos, me parecen muy bueno y aprendí algunas cosas, lo malo es que hubo mucha dispersión, eso sí

PROFESOR: ¿hubo mucha dispersión?

ESTUDIANTE 3: sí, también hay que dar nuestra parte para aprender.

ESTUDIANTE 4: pues yo creo que esos talleres dan motivación, ¿cómo se dice?

PROFESOR: han motivado o dan motivación

ESTUDIANTE 4: dan motivación por las actividades dinámicas, porque dentro de un taller uno puede hacer las preguntas que uno quiera, así sean ridículas, entonces uno puede aprender más a fondo un tema, pues yo creo

ESTUDIANTE 3: no es tan estructurado

ESTUDIANTE 4: aja!

PROFESOR: bueno ¿y alguien más quiere decir algo respecto a eso, qué se les ocurre?

ESTUDIANTE 3: pues yo creo que es muy interesante y en parte se relaciona con las matemáticas, no en todo, pero se relaciona, entonces ya con eso, pues como que es una manera más dinámica de hacerlo y verlo de otra forma, pues es una buena manera, entonces así pues nos incita más a las matemáticas en sí

PROFESOR: ¿y ustedes qué piensan sobre la posibilidad de aplicar estos aprendizajes en matemáticas, que en esencia fue lo que trabajamos respecto a los ángulos, cierto, ustedes qué piensan sobre esa posibilidad, poder aplicar eso que se aprende en matemáticas en un aspecto concreto como el caso de la ubicación espacial, qué percepción tienen ustedes sobre eso?

ESTUDIANTE 5: pues es que eso es bueno, y como lo explicas es bien, pero al estar reunidos con los grupos en lo de, pues en los grupos, hace que uno se disperse más y se desinterese, y este, pues hablando de otras cosas y así. Entonces se puede trabajar así, pero normal sin estar ahí con el grupo

PROFESOR: ¿o sea más trabajo individual?

ESTUDIANTE 5: eso, porque así uno no aprende como, o sea uno aprende, pero, trabajar en grupo uno aprende pero uno se puede pegar de la otra persona y se queda

ESTUDIANTE: ¿?

ESTUDIANTE 5: eso, en cambio individual uno se esfuerza más y pregunta lo que no entiende, porque es el único que... entonces así

ESTUDIANTE 3: igualmente las preguntas de uno le sirven a muchas más, entonces también es un trabajo colectivo pero individual.

PROFESOR: sí, en un momento individual, y en su momento también se necesita el trabajo en grupo.

ESTUDIANTE 3: cuando se socializa y cosas así

PROFESOR: uno tiene ciertas seguridades en ciertas áreas: ¿ha en esa área me va bien!

¿Ustedes cómo creen que incide tener seguridad en el área de matemáticas y haber tenido éxito en las matemáticas en algún momento en los talleres, para aprender más matemáticas?

¿Sí me entienden la pregunta?

ESTUDIANTE 4: eso te va motivando más pero también como que uno se encierra mucho, no es que le ayuden a las otras. A veces las personas que saben mucho no es que le colaboren mucho a los otros, entonces si no saben es más difícil, porque siempre el que saben más es como una minoría y los otros son como los que están en la base, los que no saben, ¿sí me entiendes?

ESTUDIANTE 3: pues yo creo que a uno lo motiva más cuando por ejemplo, pues cuando a uno le va bien, uno obviamente es más motivado con ese, entonces y creo que influye pues la actitud como uno lo toma, porque, pues si uno siempre va a decir: qué pereza las matemáticas, o sea nunca va a cambiar y siempre le van a parecer super difíciles así sea una bobada siempre le va a parecer difícil, porque no tiene la disposición. En cambio si tú tienes la disposición para decir: no bueno, pues en este momento puede que no sea la mejor o la más tesa, pero estoy aprendiendo y quiero aprender, pues uno aprende más rápido, pues y acepta como las cosas que tiene que hacer en matemáticas.

PROFESOR: ¿están de acuerdo? Bueno, vamos a mirar la siguiente. Eso es en las situaciones de éxito, pero también aparece muchas veces en el área una actitud que es más bien negativa frente al área, cierto, como de rechazo. ¿Cómo creen que esa actitud, que yo llamo actitud negativa frente al área, puede incidir también en el aprendizaje, ustedes qué creen?

ESTUDIANTE 3: se bloquea

ESTUDIANTE 4: demasiado

ESTUDIANTE 3: y digamos lo que estábamos diciendo ahorita, yo no entiendo una materia o me cuesta mucho, entonces yo me voy cerrando porque no voy entendiendo, entonces ya cada vez que avanzando en el tema me cierro más, pues, empiezo a tomar una actitud más negativa, porque es que no entiendo y pues no.

ESTUDIANTE 3: y uno le empieza a coger pereza a la materia, entonces digamos toca matemáticas y uno se aburre y pues no se dispone

ESTUDIANTE 4: porque no le va bien

ESTUDIANTE 4: pues y yo creo que es más como el tema mental porque es que uno se programa mentalmente y entonces qué pereza matemáticas, aún si sea muy fácil y entonces no vas a entender

PROFESOR: ¿qué ibas a decir? ¿Algo parecido? Bueno, trabajamos conceptos, vieron que en los talleres nos fuimos a trabajar ciertos conceptos, esos conceptos en especial, todos los

que trabajamos en los talleres, cómo incidieron en la motivación, se motivaron de alguna manera a trabajar esos conceptos, a entenderlos

ESTUDIANTE 5: no, yo creo que no porque estábamos en grupos, entonces en lo mismo, ponían la tarea de buscar esto, intenté hacer esto, y como uno estaba en otra cosa se le olvidó o pues ni siquiera se dieron cuenta que pusieron esa tarea.

ESTUDIANTE 3: pues yo creo que los conceptos en sí no motivaron tanto el trabajo, ayudaron a entender y aprender, pero no pues a motivar

ESTUDIANTE 4: yo tengo una sugerencia

PROFESOR: sí claro, dale, en cualquier momento es el momento

ESTUDIANTE 4: es que, yo creo, pues, para mí sería más fácil que anotaras las tareas en el tablero

ESTUDIANTE 5: más concretas

ESTUDIANTE 4: es que, por ejemplo yo soy una persona que llego a mi casa y si hoy me dejaron tarea de química, la hago el mismo día en que me la dejaron, pues trato de hacerla

PROFESOR: pero escrita

ESTUDIANTE 4: sí, porque es que a uno se le olvida, entonces, cuando ya dices la tarea, ¡hay la tarea! Pues, ¡verdad!

ESTUDIANTE 5: sí por lo general no la hacemos, a mí me pasa eso

ESTUDIANTE 4: y a mí me gusta hacer las tareas, participar, y todo eso, entonces yo creo que es eso

ESTUDIANTE 5: y yo creo que es como mejor, tenerla más concreta y así uno tenga que escribir otro poquito y esforzarse más, a no hacerla que es peor

ESTUDIANTE 3: además, no todos tienen el mismo tiempo en la casa, pero para acordarse uno llega cansado de estudiar y tiene que hacer otra cosa, en un momento hay como tiempo y en ese momento puede descansar o hacer la tarea y algunas veces por ese cansancio se le, digamos se le pone la mente en blanco, se le olvida que hay una tarea cuando no la escribo y por eso de noche más cansado uno no la hace y se le olvida

PROFESOR: bueno, ¿qué importancia, creen ustedes, tiene la posibilidad de que ustedes como estudiantes puedan plantear problemas, o sea que se disponga eso en el aula de clase, ustedes qué piensan respecto a eso, que tengan la posibilidad de plantear un problema determinado, por ejemplo [nombre de estudiante] me planteo lo de la línea roja que atraviesa el globo terráqueo, recuerdas, [nombre de estudiante] por ejemplo planteó el asunto que por ejemplo que pasaría si el planeta se congelara, si su centro perdiera todo el calor que tiene. Qué piensan sobre esa posibilidad?

ESTUDIANTE 4: pero eso va de las dudas de las personas, y los que están encarretados con tu clase y con el tema van a pensar más y van a preguntar más y los que no están no van a entender lo que se está hablando

ESTUDIANTE 5: pues, como para participar más sobre eso, como, por ejemplo unos instantes antes de terminar la clase decir trabajaremos esto si quieren buscan, por si quieren

ESTUDIANTE 3: ¿cuál era la pregunta?

PROFESOR: es que está complicada la pregunta, es háblenme, expresen lo que ustedes consideran respecto de la posibilidad que en el grupo se da de que ustedes sean quienes planteen problemas

ESTUDIANTE 3: yo creo que eso es super importante, porque ahí es como demostramos en lo que más estamos interesados, en lo que más queremos aprender, obviamente hay cosas que debemos aprender, pero también cosas que queremos aprender, entonces eso me parece super bueno y lo más, un ejemplo, el año pasado estábamos con Angy, entonces

[nombre de estudiante] ama la ciencia, entonces teníamos por ahí 15 minutos se centra en preguntas de [nombre de estudiante] y todas eran super interesantes y todo era pues de ciencia, y super bueno, pues todos éramos encarretados hablando los temas. Entonces eso me parece, respecto al tema pero también salirse un poquito con los intereses, igualmente viendo lo que debemos saber

ESTUDIANTE 4: y se trata también de los intereses grupales, entonces cuando alguien plantea un interés entonces a los otros también les va a interesar

ESTUDIANTE 5: uno le quiere como responder algo, que uno de pronto sabe, o hacer otra pregunta

ESTUDIANTE 3: o tenía eso de pregunta escondida y no sabía cómo decirla y el otro lo dijo y ya intenta responder y a encadenarse con eso

ESTUDIANTE 4: y que las cosas que te interesan a ti no se te olvidan tan rápido

ESTUDIANTE 3: cuando uno se encarreta con algo es como más fácil de entender o amarrar, o centrarse en eso, digamos practicar en casa más eso que le interesa que otras cosas y por eso, eso lo aprende más rápido.

PROFESOR: a ver, para ustedes qué resultó más importante, en los talleres y también para ustedes qué resultó más importante la capacidad de pensar o la posibilidad de aprender aspectos relacionados con el área o ambos, o no se pueden separar o qué es lo que consideran. Entonces dos cosas: la posibilidad de pensar, o sea pensar sobre lo que se está trabajando y la posibilidad de aprender conceptos claves en la matemáticas, temáticas específicas. Cómo jerarquizarían esa

ESTUDIANTE 4: pues para mí yo creo que es más importante la primera, la capacidad de pensar, porque uno listo, uno puede aprenderse obviamente, la memoria también es muy importante y uno tiene que aprenderse reglas y todo. Pero yo creo que si tú sabes cómo hacer una operación o sabes más o menos en qué se trata, no vas a necesitar todas las reglas porque sabes pensar, o sea sí me entiendes como que sabes, o sea, yo creo que es más viable aprender a pensar que aprenderse pues todas las cosas, porque cuando se piensa mucho se puede resolver cosas

ESTUDIANTE 3: yo pienso que las dos son importantes, porque uno puede pensar a través de lo que aprende

PROFESOR: de lo que tiene

ESTUDIANTE 3: de lo que tiene o de lo que aprende, entonces como uno se complementa con el otro

PROFESOR: bueno, o la otra: ¿cómo creen ustedes que los talleres perjudican o favorecen la posibilidad de interactuar?, que yo pienso que ya lo hemos mencionado un poco, pero remitámonos a los talleres como tal. Sí, no sólo a la dispersión en el grupo o no sólo al asunto pues de la confianza, esa camaradería que tenemos con los demás compañeros, sino en la posibilidad de, o sea que los talleres permiten, ¿qué ponen en juego los talleres para que se de esa interacción? ¿Qué piensan ustedes frente a eso?

ESTUDIANTE 3: a mí me gustaría, no sé si suene muy mediocre, pero digamos muchos puntos no es que sea muy divertido y hacerlo uno sólo tampoco es que sea muy divertido, entonces es mejor hacerlo como todos en grupo

PROFESOR: cuando dices todos en grupo es todo el grupo

ESTUDIANTE 3: todos en grupo, o sea haciendo como cada punto, todos. No te entrego la hoja hacé el punto y luego lo recojo, sino que todos juntos haciendo ese punto e interactuando todos, así sería como más dinámico

ESTUDIANTE 4: pero por ejemplo pues desde las primeras clases que estuve en lo de astronomía, me pareció super interesante, porque nos planteaste un problema que pasaba, lo de la sombra y todo eso, entonces eso obviamente lo incita a uno a pensar, yo creo que casi todos estábamos ahí dándole a ese problema, entonces a mí me gusta así, porque todos interactuamos, intercambiamos

PROFESOR: y los demás, tienen algo que decir frente a eso. Bueno, ya casi terminamos. ¿Ustedes qué diferencias podrían establecer entre la forma como se trabaja en los talleres y la forma en que se trabajaría sin talleres en una clase normal? ¿Cuáles diferencias resaltarían ustedes?

ESTUDIANTE 4: de pronto sin talleres sería un poquito más dinámico

ESTUDIANTE 4: talleres cómo

PROFESOR: la estrategia que implementamos

ESTUDIANTE 3: entonces yo creo que entonces es al revés con talleres más dinámico y clases como más, no sé si esta palabra sirve, la sintetización de las preguntas sería como diferente, las clases normales son como más estructuradas tal vez, se podría decir, que los talleres que uno tiene como el ánimo, no sé si por la palabra taller, no sé

PROFESOR: o sea cuando dices estructuradas no sé si te refieres a lo que entiendo: o sea están más bien delimitadas en su orden como van a ser. Estás diciendo que en una clase normal está más bien estructurada en cambio con un taller puede suceder cualquier cosa ¿a eso te refieres?

ESTUDIANTE 3: sí

ESTUDIANTE 4: un taller es como más duro, pues como más...

ESTUDIANTE 3: pues pero no sería dejar de hacer esto por esto, sino que hacer los dos en diferentes momentos para que en el taller pongamos a prueba lo que hemos estado haciendo en las clases normales

PROFESOR: bueno, vamos a numerar ventajas y desventajas de hacer esto, empecemos por las desventajas si quieren, desventajas de hacer esto, ya tendríamos unas que podríamos recoger, pero numerémoslas

ESTUDIANTE 5: más conocimiento

PROFESOR: esa es una qué

ESTUDIANTE 3: ventaja

PROFESOR: entonces comencemos con las ventajas, ventajas, entonces ¿qué dices?

ESTUDIANTE 5: más conocimiento, que no son como siempre, pues que no están frecuentemente viéndolos

ESTUDIANTE 3: una desventaja sería como el desnivel, por ejemplo yo, no soy muy buena con los números, por ejemplo una fórmula lo puedo hacer no mentalmente el proceso la operación, la tengo que escribir y soy un poco lenta, en cambio otros la hacen ¡pan! De una, ese es un problema que le veo

PROFESOR: ¿que unos sepan más resolver fórmulas y otros no tanto?

ESTUDIANTE 3: no digo que los otros deban dejar de seguir avanzando en la materia, sino que es que, que no, no sé, que no luchen por ser los mejores, pero que sí sean los mejores

ESTUDIANTE 4: pero no creo que sea eso, sino como no competir tanto

ESTUDIANTE 3: eso como ¡ya terminé! ¡ya lo tengo!

ESTUDIANTE 4: dejar como, si tú sabes bien, hay otra persona que no sabe y que puede

ESTUDIANTE 3: que tengan paciencia

ESTUDIANTE 4: y que es gente como que no ayuda a los demás

ESTUDIANTE 3: y ya van a hablar y eso

PROFESOR: ah! Que no tengan interacción

ESTUDIANTE 3: unos dicen: no a penas volvemos a retomar los temas que vimos en quinto o sexto, no eso ya lo debían aprender. Pero también hay que comprender que otros no tienen las mismas capacidades que los demás, aunque estén como muy atrás: ayudarlos, no quejarse tanto.

PROFESOR: ¿alguna ventaja? También pensemos en ventajas y desventajas de usar por ejemplo el programas como el estelarium, no alcanzamos a utilizar el google ear pero lo utilicé yo pues para ubicar unos punticos de París. Lo íbamos a hacer pero no alcanzamos, igual la idea sería acercarnos un poquito así sea a ver algunos puntos para poner en práctica lo que estamos viendo. Pero ¿qué ventajas y desventajas hay creen ustedes en utilizar esos programas?

ESTUDIANTE 5: pues digamos eso fue bueno, porque en muchas , hizo mucho interés porque digamos yo veía uno decía como hago esto

ESTUDIANTE 3: es algo nuevo

ESTUDIANTE 4: y además que como es con imágenes eso se nota más, porque no es un texto, ni números ni nada, sino que son gráficas, y eso también como que enriquece la memoria.

ESTUDIANTE 4: entonces supuestamente el cerebro aprende más rápido con imágenes que con letras, o con colores que a blanco y negro. Pues como que enfoca más en eso entonces yo creo que es bacano, porque igual es como interactuar con otras cosas y aprender al mismo tiempo y a mí me encanta el cielo

PROFESOR: no sé quisieran agregar algo que de pronto no alcancé a preguntar, o algo que ustedes quisieran decir

ESTUDIANTE 3: de pronto podría ser un poco exigente para ti, pero mirar, digamos hacer unos no sé si quicesitos o algo así, pero teniendo en cuenta el nivel de cada uno, o sea exámenes diferentes para cada uno, dependiendo del nivel.

PROFESOR: sí esos están planteados pues que son pequeñas evaluaciones, talleres evaluativos

ESTUDIANTE 3: pero no todos iguales, sino que mirar ah! [nombre de estudiante] por ejemplo, [nombre de estudiante] sabe mucho, perdón por meter esta persona, [nombre de estudiante] sabe mucho entonces ponerle unas ecuaciones así enormes, sino ejercicios pequeñitos, chiquitos

ESTUDIANTE 4: es que yo creo que tenemos que tratar de nivelarnos todos, puede ser que a unos nos cueste más y a otros sea muy fácil, pero que les cuesta nivelarlos con los que ya saben más, porque así es mucho más bueno trabajar

Interferencia

PROFESOR: te motivaste más con eso que con lo demás, y ¿por qué crees que pasó eso?

ESTUDIANTE 3: yo estaba entendiendo entonces me motivó

PROFESOR: porque estás entendiendo, lo otro no lo comprendieron muy bien

ESTUDIANTE 4: por ejemplo lo que hiciste cuando una persona está hablando mucho y no deja dar la clase, diste la opción de que si no le interesaba salir, sin que le pongan llamadas de atención, ni que perdiera la materia, sino que investigara por su parte. Entonces a mí me parece bueno eso porque por ejemplo yo en la clase no estaba entendiendo nada y me dispersaba, pues y lo acepto, entonces para mí fue mejor que dijeras eso porque pude entender más. Obviamente tienes que ver si sí hicieron las cosas y demás. Pero yo creo que esa estrategia está bien, y no todas las clases tampoco

PROFESOR: ¿? Dispersión, ahí la desventaja también es que somos muchos. Bueno, algo más que quisieran agregar? Están cansaditos y cansaditas? Algo que se nos haya escapado. ¿no? Bueno muchas gracias.

Apéndice L. Ejemplos de diarios de campo de observadores no participantes y de docente orientador

Ejemplo de diario de observador no participante 1

OBSERVACIÓN NO PARTICIPANTE

22/02/13

09:55 am

Colegio Colombo Francés

29 estudiantes.

Implementos: guía escrita de actividades y globos terráqueos

En la introducción el profesor hace un cuestionamiento al grupo por la dispersión que se viene presentando en el trabajo y la poca elaboración que encontró en los cuadernos. Le explica cómo lo que él pretende es que la matemática se aprenda de una forma diferente a la tradicional de tablero y transcripción de ideas con exámenes finales.

Frente al cuestionamiento las/os estudiantes se presentaron más concentrados/as, atentas/os y participativas/os.

Se inicia un repaso de lo visto la clase pasada, una estudiante pregunta en relación con la definición de grado: por qué grado es $(1/360)$ y no (1) como unidad.

Esto abrió un análisis muy interesante que se da entre el profesor y el grupo. Haciendo un comparativo con las otras unidades de medida como el cm. y el mm.

Aproximadamente a los 10 min. Se da inicio a la búsqueda de los meridianos y los paralelos.

Observa una muy buena interacción de las/os estudiantes con los globos terráqueos, se escuchan expresiones como:

“¿Dónde es que es la mitad del mundo? En Quito cierto?”

“la Línea del Ecuador pasa por Ecuador”

Y un estudiante cuestiona afirmando que “también pasa por Colombia profe”, lo que genera algunas sorpresas.

Se continúa con el Meridiano de Greenwich.

Las/os estudiantes en su mayoría se mostraron inquietos por las preguntas de la guía, mostrando una interacción favorable con la misma, con el globo y entre los/as estudiantes del grupo y de otros grupos de trabajo.

Únicamente un grupo no estaba concentrado en la tarea, sino en conversar de otros temas y en conectarse a sus equipos celulares. El resto de los grupos permanecían muy concentrados en la actividad.

Surge la pregunta de: ¿a cuántos grados está la Línea del Ecuador con respecto a los paralelos?

Se da interacción entre estudiantes de los mismos grupos.

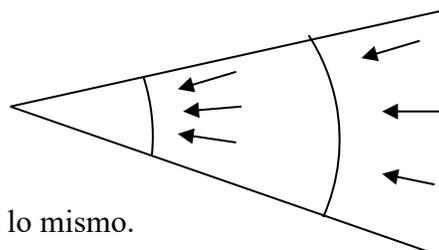
A las 10:30

En relación con la actividad del Meridiano de Greenwich, son 7 los grupos que realizan la tarea y dos grupos se ocupan de otras cosas.

El trabajo se completa rápidamente alrededor de 5 min o se tiene una pregunta para el profesor y entonces se da dispersión general.

Cuando el profesor se concentra en uno de los grupos², hay una permanencia prolongada en sólo un grupo y los demás comienzan a dispersarse.

Algunas/os estudiantes se dispersan debido al vestuario que por alguna actividad en el colegio es llevado ese día (corbata y camisa para los hombres y minifaldas y tacones altos para las mujeres)



Surge una inquietud en relación a que si

Las dos partes señaladas en la figura con flechas es lo mismo.

Se da una nueva discusión sobre la a-dimensionalidad de los ángulos

² SUGERENCIA: el profesor permanece mucho tiempo con un solo grupo lo que hace que los demás, también con preguntas pendientes se dispersen, quizás socializando las preguntas cuando se den en los grupos, podría captarse mayor atención de las/os estudiantes.

Hay una dispersión general un estudiante hace preguntas que los/as demás estudiantes no escuchan.

A las 10:45 se da un nuevo cuestionamiento para el grupo por parte del profesor, en relación con la falta de concentración en la tarea.

A las 10:50 se da una pregunta en relación con los ángulos en el globo, ¿por qué no ir de 0° a 180° y luego de nuevo empezar en 0° ? El profesor plantea que es necesario que exista una convención para poder dar una ubicación en cualquiera de las dos mitades del globo y todas las personas puedan comprenderlo, sino no se podría dar una ubicación para el globo que no se repitiera en la mitad norte del globo y en la mitad sur del mismo. Se concluye la necesidad de una convención y que por ello cuando llega a 180° se devuelve la medida hasta 0° para hacer la diferencia de las dos mitades del globo.

Se hacen más cortos los tiempos de concentración y más continuos los cuestionamientos del profesor³

El profesor les pide a las/os estudiantes que no estén interesados/as en la actividad, que por favor abandonen el aula de clase sin ninguna represalia.

Sale un grupo y una estudiante y un estudiante de grupos diferentes, dos grupos que no habían realizado ninguna actividad hasta el momento no abandonan el aula.

A las 11:05 se realiza el segundo punto de la guía, los dos grupos que no habían realizado actividad hasta hacía un poco de tiempo, se concentraron totalmente en la tarea y plantearon preguntas al profesor.

Frente a la actividad de ubicar cinco puntos en el globo, algunas/os preguntan si tendría que ser un punto exacto como una ciudad.

A las 11:15 siete grupos realizan la tarea. Algunas/os estudiantes rayan los globos, frente a lo cual el profesor hace un llamado de atención.

Durante el trabajo hay integración de los/as participantes de cada grupo.

Los tiempos de concentración en la tarea siguen siendo de alrededor de cinco minutos.

³ SUGERENCIA: siendo que la actividad se desarrolla un viernes y en un bloque de dos horas, sería importante realizar una pausa activa para recuperar la concentración de las/os estudiantes, ya que para este momento reflejaban cansancio frente a la tarea.

En la socialización de algunos puntos se da una interacción general interesante, ya que algunos grupos discuten las posiciones encontradas por otros grupos y pueden darse cuenta así si cometieron algún error con la lectura del punto en el globo.

Surge un cuestionamiento de “¿cómo hace uno ahí si el punto está entre 15° y 30°?”

Aquí surge inquietud en el grupo, el profesor plantea la forma como se harían ese tipo de medidas, menciona el concepto de GPS, lo que capta la atención de las/os estudiantes. Allí el profesor explica las divisiones de minutos y segundos planteando que guarden las diferencias que existen con este tipo de medidas y las de tiempo, recordando la importancia de tener claro el contexto donde se trabaja.

A las 11:35 se da por terminada la actividad.

Se escucha el siguiente comentario de un estudiante: “¿estábamos en bloque? O sea que todavía falta una clase más!!!!”

Otro estudiante: “es que el viernes se hace a uno más largo!!!!”

Expresiones fueron acompañadas de gestos que expresaban real cansancio.

Diario de observador no participante 2

Fecha: Jueves 24 de enero del 2013

Hora: 11am a 1pm

Observador no participante: Diana Marcela Urrego Tovar

Observaciones	Apreciaciones Personales
<p>EL docente muestra imágenes de algunos antiguos observatorios del mundo.</p> <p>Valeria al observar una de las imágenes menciona: “el mismo, que teso... ese el chaquillo en el desierto del Perú” y complementa diciendo: “Donde estaba el espejo del agua, sale del reflejo de las estrellas Itzá, Yucatán, México.</p> <p>El docente plantea una salida a San Pedro para conocer allí uno de los observatorios donde se podría trabajar lo planteado en el club de astronomía.</p> <p>Los estudiantes mencionan lo siguiente: Diana: “profe yo prefiero el 10 de febrero, es que ese día es mi cumpleaños”. Andrés: el indica que no puede el viernes en la noche. Daniela: “profe yo no puedo el domingo en la tarde.” Pero todos confirman la ida.</p> <p>Los comentarios continúan: Andrés se preocupa si hay bosque y si tienen que caminar mucho. Diana: “me da miedo caminar de noche por el bosque” Mientras tanto choco juega con el celular, Carolina dibuja algo y Andrés se muestra inquieto, mira seguido su celular.</p> <p>El docente continúa con las imágenes. Valeria refleja en su rostro y en sus palabras emoción al observar las fotos de Intuhuatana, Machu Pichu en Perú. Por el momento es la única que toma apuntes, pero Daniela al igual que Valeria se muestra concentrada y a gusto con la temática, esto lo expresa por medio de sus gestos como sonrisas, un dialogo constante con su compañera Valeria, el cual tiene que ver con la fotos expuestas por el docente.</p>	<p>Valeria es una de las estudiantes que se muestra más interesada, más apropiada de la temática, o por lo menos con muchas ganas de aprender.</p> <p>Andrés no muestra interés por lo hablado en el club, se identifica más bien su deseo de perder clase.</p> <p>Su interés se ve reflejado únicamente en su celular y el jugar con su compañera Diana.</p>

<p>EL docente en una foto ilustra el observatorio en San Pedro. Choco, “eso es en el equinoccio” y Valeria pregunta ¿En qué época del año se tuvo que tomar esa foto?</p> <p>Carolina, Diana, María Paulina, Andrés, y Choco reconocen los personajes que se muestran en las fotos expuestas por el docente.</p> <p>En una de las ilustraciones se observa el solsticio del Colombo, todos se emocionan al verlo, sus caras reflejan alegría, señalan la foto y manifiestan agrado por ir al sitio antes planteado.</p> <p>Andrés mientras escucha hace en su cuaderno un dibujo.</p> <p>Dan por terminado la ilustración de las imágenes, el docente les pide que se organicen en grupo para trabajar en un taller. Valeria, Diana Carolina y Daniela resaltan, argumentan “que esto implica dialogar con el pensamiento del otro”.</p> <p>Valeria y Daniela continúan resaltando lo que les parece importante del documento.</p> <p>Choco copia algunos apuntes en su bitácora</p> <p>El docente pregunta ¿qué nos dice el título? Daniela responde “ el título resume el texto”</p> <p>Empiezan a trabajar los grupos, el docente se pasa por los grupos para identificar las necesidades o dificultades de cada uno.</p> <p>El docente pregunta por la bitácora, Diana menciona no haberla traído.</p> <p>En uno de los grupos se observan que</p>	<p>Choco se duerme por momentos mostrando poco interés.</p>
--	---

<p>Daniela le explica a Valeria el cómo construir con la reja y el compás lo que el docente les pide.</p> <p>Otro de los grupos juega con una botella. (Andrés y Diana) El docente les pide que tomen una posición más cómoda para leer y copiar sobre todo a Choco que se encuentra acostado.</p> <p>Mientras el profe hace el recorrido por los grupos se observa que Choco, Valeria Y Daniela leen el documento.</p> <p>El docente les manifiesta que esto debe quedar en la bitácora y por ende hacer un escrito. Andrés manifiesta por su parte preocupación por lo legible del texto que debe presentar.</p> <p>EL docente insiste con Choco y le pide que le muestre lo antes trabajado para partir de ahí y poder iniciar con lo que él les pide en el taller.</p> <p>EL docente invita a Diana y Andrés a realizar el ejercicio que Choco está intentando hacer.</p> <p>El docente dice, vamos a observar esa construcción, ¿qué observan que se hizo en esa línea? Todos observan el taller.</p> <p>Nuevamente el docente invita al equipo de choco a ubicarse, estar en disposición para trabajar.</p> <p>Por otro lado el equipo de Valeria y Daniela trabajan concentradas, Valeria le pregunta a Daniela por el nombre de los lados, su compañera le responde paralela. El docente acompaña varias veces al grupo de Valeria y Daniela y el de Carolina y María Paulina, ya que estos dos equipos se encuentran realizando el taller</p>	<p>Desde mi punto de vista apunta lo que le llamo la atención del documento.</p> <p>Andrés y Diana se muestran perdidos en todo lo planteado durante sesión.</p> <p>El grupo de Andrés, Diana y Choco no han iniciado, al no iniciar se identifica que ellos no se muestran interesados en hacerlo o no tienen claro lo que deben hacer.</p> <p>Andrés no se muestra concentrado.</p> <p>Por un momento Diana ignora a sus compañeros e intenta leer el taller.</p>
--	---

<p>y en ocasiones se encuentran con algunas dudas.</p> <p>Daniela por su lado de acuerdo a lo explicado por el docente, intenta hacerlo y se complementa por medio de preguntas y mostrándole al profe la circunferencia. Daniela se muestra preocupada porque siente que no lo está haciendo bien, “por qué no lo estoy haciendo bien” ella insiste hasta aclarar sus dudas y entender lo pedido en el taller.</p> <p>El docente pregunta, recuerdan qué sentido tiene? Nadie contesta, solo se sonríen.</p> <p>El equipo de Carolina y María Paulina le explican al profe lo que ellas hicieron, el docente les dice que es muy factible, pero que no era muy preciso, luego él les rectifica mostrándoles que de esa forma como él les estaba explicando sí les va a funcionar.</p> <p>El profe les pide que expliquen lo que hicieron de forma descriptiva en la bitácora. Daniela entusiasmada confirmo, “listo”.</p> <p>El docente pregunta que si les gustó la sesión de hoy.</p> <p>Andrés manifiesta que sí, pero que no sabe si puede continuar por lo de los horarios.</p> <p>El resto del grupo confirma la pregunta del profe.</p> <p>El docente da por terminado la sesión, agradece su presencia y queda con el compromiso de organizar el día de la salida para poder hablar con los padres e informarles sobre la misma.</p>	<p>Al final Choco al parecer decide trabajar sólo, no incluye a sus compañeros</p> <p>Al rato Diana intenta incluirse, parece que pregunta por lo que Choco hace.</p> <p>Andrés se muestra perdido, sin interés, no se muestra motivado por lo realizado.</p> <p>EL docente se encuentra explicándole a Choco algunos puntos del taller, Diana y Andrés no se involucran en la explicación que Choco le da al profe del ejercicio que él sólo estaba resolviendo. Ignorando desde mi punto de vista el trabajo realizado en este día.</p> <p>Dos de los grupos lograron los objetivos, se integraron, participaron de los planteado mostrándose interesadas, respetaron la dinámica planteada y el trabajo del docente.</p>
---	---

Ejemplo de diario del docente orientador

Fecha y hora de la actividad registrada: 22 de febrero de 2013

Lugar en que se desarrolló la actividad: Humanité, colegio Colombo francés

Asistentes: grado 10°.

Propósitos de la actividad:

Comprender los sistemas de posicionamiento global y los husos horarios.

Corta descripción de la actividad: Explorando el globo terráqueo se identificarán con chicos y chicas los diferentes continentes y océanos. Después de identificarlos, siguiendo una guía de trabajo, se analizará el sistema de posicionamiento global y se realizarán algunas prácticas para ubicar diversos puntos de la tierra. Se realizará una confirmación de los puntos hallados usando el Google Earth. Como resultado de la exploración realizada se deducirá con los chicos y chicas la comprensión de los husos horarios.

Descripción de las situaciones observadas

Antes de continuar con el trabajo que se había propuesto en la sesión anterior, se realizó una conversación previa con el grupo frente a la preocupación que tenía yo al revisar los cuadernos, pues era evidente en los trabajos realizados el nivel de distracción de los grupos y la falta de disposición para resolver las guías de trabajo de manera profunda. Al respecto afirmé que en realidad no estaban haciendo nada, que no están aprovechando el tiempo debidamente, que estaban utilizando el tiempo de clase para conversar sobre la cantidad de cosas que no estaban relacionadas con el área, que era necesario cambiar la percepción y la disposición para el trabajo pues durante el resto del año esa sería la metodología de trabajo pues no tenía sentido llenar el tablero y un montón de conceptos y procedimientos que pueden encontrarse un colono libre, que el sentido estaba más bien en la construcción de los conceptos y en su comprensión a profundidad y no tanto en ver una cantidad de temas inconexos.

Ante este llamado de atención el grupo mostró una actitud y afirmación en sus gestos (moviendo la cabeza de manera afirmativa, por ejemplo) y Daniel aduce aprovechó para preguntar qué se había trabajado hasta ahora al parecer con la intención de ponerse al día.

Se comenzó entonces con el recuento del concepto de grado, aclarando que dicho concepto se había definido del de ángulo y el del sector circular que los chicos y chicas deberían definir para la próxima clase. Se explicó el concepto del grado partiendo el sector circular y surgieron por parte del grupo diversas preguntas asociadas y discusiones: ¿qué medida de ángulo es más grande cuando hay un círculo más grande que otro?, se evidenció durante la conversación una confusión entre ángulo y una unidad dimensional, especialmente relacionada con la pregunta anterior (Sara pone como ejemplo el metro, sugiriendo que la longitud es más grande en tanto haya que utilizar más metros para medirla); esta pregunta dio espacio entonces a la importancia de reconocer que las unidades de medida declinados no tienen dimensión es decir no miden cantidades que determinen una dimensión específica (longitud, área o volumen), pero no obstante determinaban la abertura propia de la región comprendida entre las dos semi rectas que forman el ángulo (se propuso como ejemplo imaginar que una puerta está medio abierta aún si se trata de una puerta de 1 m o de 10 m). al respecto fue necesario también dibujar tres círculos de diferente tamaño concéntricos y preguntar si

un sector circular tenía una altura diferente en el círculo más pequeño respecto del círculo grande lo que llevó a aclarar que el ángulo no mide el área del sector circular sino que mide su abertura. Incluso llevó a que no importaba la representación del ángulo propiamente, pues un ángulo se puede representar con semirectas cortas o semi rectas largas y no obstante sigue siendo el mismo ángulo.

Daniela Duque realizó también una observación importante que llevó a aclarar la definición del concepto de grados, afirmando que si hablábamos de una $1/360$ parte del círculo, entonces en realidad estaríamos definiendo 1° y no propiamente el concepto de grado; esta pregunta llevó a reconocer que lo que en realidad estaba definiendo era la unidad de medidas, haciendo énfasis en la idea de unidad que está asociado con el uno o la totalidad básica, así como se define 1 cm o 1 m en unidades de longitud así se van a utilizar varios metros para medir longitudes.

En un momento dado Martín realizó la pregunta relacionada con la razón por establecer el Ecuador como punto de referencia y porque no se utilizaba otro punto en el planeta como referencia; pregunta que llevó a determinar la importancia de un punto de referencia para analizar cualquier fenómeno aclarando que la línea del Ecuador pudo haber estado en cualquier lugar y no necesariamente está determinada por el Ecuador mismo si no por otra ciudad en el planeta pero que no obstante se habían realizado algunos estudios importantes en esta zona que llevaron a establecer allí, por convención, esta referencia.

Maria Isabel, también en relación con los puntos de referencia, planteó que si bien en la intersección entre la línea del Ecuador y creemos se encuentra el punto 00 y diametralmente opuesto está el punto 180,180, era también factible que resultara la inversa.

Durante el tratamiento y la comprensión del grado como unidad de medida adimensional, Juliana propuso diversos ejemplos relacionados, por ejemplo con lo que sucede con un tiro al blanco que no obstante comprender circunferencias cada vez más grandes cada ángulo siempre vale lo mismo; también propuso como ejemplo la distribución de una pizza partiendo de su centro y distribuyéndola en porciones angulares (que representan, aunque no lo mencionó, sectores circulares). Estos ejemplos llevaron a explicar con cuidado que los ángulos y no medía en la región comprendida entre las dos líneas como área sino más bien como abertura.

Conforme se fue avanzando en la guía de trabajo surgieron diversas preguntas que orientaron el desarrollo de la sesión, por ejemplo Valentina Becerra preguntó cuál era el uso de estas líneas que estaban viendo en el globo terráqueo, pregunta que llevó a retomar el concepto de plano cartesiano y la imposibilidad de buscar uno en una superficie esférica; otra pregunta estuvo relacionada con cómo ubicarse en el globo terráqueo en puntos que no corresponden a una intersección entre un paralelo y un meridiano (pregunta planteada por Michel Arrieta); o la propuesta por este mismo equipo frente a ¿dónde queda Suecia y dónde queda Everest? Que resultó ser un detonante para la utilización del Google Earth y la aplicación directa de los conceptos y procedimientos que se trataron durante la clase; o la propuesta por el grupo de Angélica y Carolina sobre la posibilidad de saber las distancias en la tierra partiendo de la posición brindada por estos ángulos (situación que aunque no pudo abordarse se prometió al grupo que se averiguaría con ellos para la próxima sesión).

El trabajo con el globo terráqueo permitió, de esta manera, disponer de una fuente de problemas, más que de simples ejercicios como puede observarse en las anteriores y

siguientes preguntas, que no obstante no se relacionan directamente con el tema, podrían haber abierto otras discusiones para el tratamiento de muchos diversos temas del área: Por ejemplo la pregunta planteada por Carlos sobre ¿qué sucedería si la Tierra perdiera su calor interno?, ó la que realizó Martín y otro estudiante en sesiones pasadas frente a ¿cuál es la función de la línea roja que atraviesa el globo y que no es ni meridiano ni paralelo?, hola propuesta por Michel Betancourt sobre si ¿hay un planeta perfectamente esférico?, que me permitió proponer con el chico en unos pocos minutos la importancia que tiene la fuerza de gravedad en la forma que tienen los cuerpos celestes y como su excentricidad difícilmente puede ser cero.

Cuando se había realizado el trabajo de ubicar diferentes ciudades (se les había planteado que identificarán países en las intersecciones pero fue necesario que ubicaran más bien puntos específicos tales como la entrada sur del canal de Panamá, Montreal, New Orleans, Guatemala y otros países de la zona indoeuropea), se plantea el problema relacionado con el desplazamiento en un punto de la tierra, por ejemplo moviéndose un paso y la imposibilidad de que el posicionamiento global dados sólo de manera exclusiva en grados determine un cambio significativo, sugiriendo incluso creyéndose caminando hasta el centro envigado no representaría un cambio significativo. Esta discusión ya Llegó a reconocer a Miguel (después de que en grupo con firmáramos el supuesto) que en realidad que Colombia en realidad puede asociarse con un ángulo de más o menos 15° . Esta discusión llegó a la necesidad de determinar cuánto equivale un grado en la superficie terrestre (cambio de lo adimensional a lo dimensional) y la necesidad de un sistema más exacto, explicando ya al final de la clase (utilizando la imagen en el tablero de una lupa que se acerca el interior de 1° para ser herido en 60 partes iguales y posteriormente otra lupa que se acerca un minuto para dividirlo nuevamente en 60 partes iguales) el concepto de minuto y segundo. Frente a esta explicación los chicos mismos llegaron a la conclusión (María Isabel) de que estos minutos y segundos no representaban unidades de quien sino unidades de medida de ángulos.

Aunque en muchas diversas ocasiones se veía a los grupos trabajando de manera concentrada en la exploración del globo terráqueo, identificando las líneas y los puntos que se pedían, resultaba imposible establecer una interacción efectiva, con buen nivel de escucha tanto entre el docente los estudiantes como entre los estudiantes mismos; esta situación llevó a que en un momento de la clase se preguntará el grupo quienes estaban realmente interesados en el tema que se estaba trabajando (un 70% de los chicos levantó la mano); proponiendo después que aquellos que no habían levantado la mano por favor se salieran y esperaran con toda tranquilidad fuera que podrían realizar otra actividad aparte: al final se salieron Wuaira, Sabrina, Estefanía, José Manuel (quien expresó que él sabía que muchas más personas estaban desinteresadas pero que por hipocresía no habían levantado la mano) y Vanessa. A estos chicos se les pidió que consultarán el manejo del sistema hexagesimal para la medida de ángulos.

Más tarde en el descanso Wuaira y Sabrina expresaron que se sentían afinadas, que me tenían la propuesta de poder realizar la presentación de lo que habían consultado en la biblioteca frente a todo el grupo y que se comprometían con tener una mejor actitud en las sesiones siguientes.

Apreciaciones, conjeturas, supuestos y nuevas preguntas según lo observado

Frente a las unidades al adimensionales es importante evidenciar que se requiere un

proceso de abstracción bastante significativo para entender que 1° sigue siendo 1 grado aún si se mide en una circunferencia de 1 m o de 1000 m. esto seguramente se debe a que las unidades de medida casi siempre están relacionadas con situaciones dimensionales.

Definitivamente hay situaciones a nivel institucional de ambiente escolar que afectan necesariamente este proceso y esto ha influido como una variable que hay que reconocer y que hay que considerar para el análisis, sea como especulación o como hipótesis o como nueva pregunta de investigación para posteriores ejercicios, por ejemplo comparando una actividad como éstas en una institución en el que se evidencie altos grados de respeto por las escuche la participación en contraste con esta institución en los cuales estos niveles son demasiado bajos.

En el caso de Wuaira y Sabrina me parece que hay una influencia marcadamente negativa por parte de Estefanía, en especial porque estas dos chicas, de acuerdo a lo que han planteado varios profesores y a la experiencia propia en el club de astronomía y en las clases, han mostrado mucho interés y disposición para el trabajo e incluso interés por la astronomía.

Currículum Vitae

Edwin David Tamayo Martínez

edwindavidtamayo@gmail.com

Originario de Santa Rosa de Osos, Antioquia, Colombia, Edwin David Tamayo Martínez realizó estudios profesionales en Licenciatura en Matemáticas y Física en la Universidad de Antioquia. La investigación titulada Aprendizaje en contexto de las matemáticas a nivel de secundaria desde la astronomía topocéntrica y sistemas meteorológicos apoyados en Recursos Educativos Abiertos (REA) es la que presenta en este documento para aspirar al grado de Maestría en Educación con Acentuación en Enseñanza de las Ciencias. Participó de Semilleros de Investigación como estudiante y posteriormente como coordinador. Participa actualmente de un club de astronomía orientado por el Parque Explora. Ha realizado estudios en artes plásticas y música.

Su experiencia de trabajo ha girado, principalmente, alrededor del campo de la docencia en el área de las matemáticas y de la física, en secundaria y en educación superior, desde hace siete años. Asimismo ha participado en el Programa para la Atención de Niños, Niñas y Jóvenes con Talentos y Capacidades Excepcionales de la Ciudad de Medellín.

Actualmente, Edwin Tamayo ejerce como docente de matemáticas y astronomía con estudiantes de educación media del Colegio Colombo Francés de La Estrella, Antioquia. Sus aspiraciones profesionales están orientadas hacia la investigación relacionada con la enseñanza de las matemáticas y de las ciencias, integrando la astronomía y el arte, y que incidan sobre la motivación y el éxito en el aprendizaje de estas áreas.